Firmato digitalmente da:
Simone Di Girolamo
L'Aquila

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

DM 125/2022 – Lavori di messa in sicurezza del ponte al Km 15+226 della Sp 105 " Di Monte Cabbia"

CUP. F85F23000370001

ELABORATO:

CAPITOLATO SPECIALE

N° TAV.

17

DATA
Luglio 2026

AGG.

SCALA

IL DIRIGENTE DEL SETTORE VIABILITA'

Ing. Nicolino D'AMICO

ILRUP: Arch. Wanda Ilinca PAOLINI

TIMBRO CONCESSIONE E/O AUTORIZZAZIONE

IL PROGETTISTA : ING. DI GIROLAMO SIMONE
VIA DELL'ARINGO N° S6 - 67100 - PRETURO (AQ)
P. Iva n.01726030669 - C.F. DGRSMN80C03A34SV
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI L'AQUILA 2328

PROVINCIA DI L'AQUILA

SETTORE TRANSIZIONE ECOLOGICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTO : DM 125/2022 - LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE AL KM 15+226 DELLA SP 105 'DI MONTE CABBIA' - LUCE 14 MT - CUP: F85F23000370001.

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

L'Aquila lì, Luglio 2026

La Stazione Appaltante

L'impresa affidataria

Capo I - Oggetto ed ammontare dell'appalto, designazione, forma e principali dimensioni delle opere

Art. 1 - Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione dei lavori di messa in sicurezza del ponte al km 15+226 della SP 105 " Di Monte Cabbia".
Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite nel presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti esecutivi dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

Art. 2 - Ammontare dell'appalto e aggiudicazione

L'importo complessivo dei lavori compresi nell'appalto ammonta a **€ 286'447.75 (diconsi duecentoottantasei milaquattrocentoquarantasette/75) oltre iva**, oltre i costi per l'attuazione dei piani di sicurezza sulla base di quanto previsto all'art. 41, c. 13 e 14 del d.lgs. 36/2023 per **€ 31'642.32 (diconsi Euro trentunomilaseicentoquarantadue/32) oltre iva** non soggetti a ribasso, ed è definito come segue.

L'aggiudicazione dell'appalto è effettuata, ai sensi ai sensi dell'art. 17 c. 5 del d.lgs. 36/2023, e fatto salvo l'esercizio dei poteri di autotutela, la stipulazione del contratto di appalto ha luogo entro i successivi 60 giorni, anche in pendenza di contenzioso, salvo diverso termine:

1. Previsto nel bando o nell'invito a offrire;
2. nell'ipotesi di differimento concordato con l'aggiudicatario e motivato in base all'interesse della stazione appaltante o dell'ente concedente;
3. nel caso di ricorso e a seguito di notificazione dell'istanza cautelare, il contratto non può essere stipulato nei termini sopra indicati, fino a quando non sarà pubblicato il provvedimento cautelare di primo grado o il dispositivo o la sentenza di primo grado, in caso di decisione del merito all'udienza cautelare (art.18c.2,lett.a)ec.4delcondice);
4. di contratti di importo inferiore alle soglie europee, ai sensi dell'art.55, c.2 del codice.

Il contratto, in ogni caso, non viene stipulato prima di 35 giorni dall'invio dell'ultima delle comunicazioni del provvedimento di aggiudicazione.

Decorsi inutilmente i termini per la stipulazione del contratto, nei casi di inerzia del RUP, il responsabile o l'unità organizzativa di cui all'articolo 2, comma 9- bis, della legge 7 agosto 1990, n.241, titolare del potere sostituito, d'ufficio o su richiesta dell'interessato, esercita il potere sostitutivo entro un termine pari alla metà di quello originariamente previsto, al fine di garantire il rispetto dei tempi di attuazione di cui al PNRR nonché al PNC e ai programmi cofinanziati dai fondi strutturali dell'Unione Europea. In questi casi al momento della

stipulazione, il contratto diviene immediatamente efficace.

Se il contratto non viene stipulato nei termini sopra indicati, per fatto imputabile alla stazione appaltante, l'aggiudicatario può sciogliersi da ogni vincolo contrattuale o far constatare il silenzio in adempimento mediante atto notificato. In tal caso all'aggiudicatario non spetta alcun indennizzo, salvo il rimborso delle spese contrattuali.

L'aggiudicazione può essere sempre revocata nel caso di mancata stipula del contratto nel termine fissato per fatto imputabile all'aggiudicatario.

QUADRO ECONOMICO

n.	OPERA	PREZZO IN €
1	Lavori Edili e Strutturali	286'447.75
2	Oneri della sicurezza non sogg. a ribasso	31'642.32
3	IVA	69'979.81
	Costo totale	388'069.88

b) CATEGORIA PREVALENTE

Cod.	Descrizione	Importo(Euro)		
		In cifre	In lettere	%
OG3	LAVORI	€ 318'090.07	Trecentodiciottomilanovanta/07 euro	100

Art. 3 - Consistenza del Capitolato Speciale d'Appalto - Forma eprincipali dimensioni delle opere

La forma e le dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'appalto, risultano dai documenti e dagli elaborati grafici di progetto esecutivo. (Cfr. Capo IV)

Non costituisce discordanza, ma semplice incompletezza grafica o descrittiva, la eventuale mancanza di particolari costruttivi o di specifiche relative a lavorazioni, materiali, componenti,opere murarie, strutture

o impianti o loro parti, che peraltro sono rilevabili da altri elaborati progettuali, anche in scala minore, o dal Capitolato Speciale d'Appalto.
In tale eventualità, compete al Direttore dei lavori, sentito il progettista e il Responsabile del Procedimento, fornire sollecitamente le necessarie precisazioni, fermo restando il dirittodell'Appaltatore di formulare tempestivamente le proprie osservazioni o contestazioni secondo le Capo II - Disposizioni generali e particolari riguardanti l'appalto – esecuzione deilavori – contabilità e pagamenti – disposizioni diverse – disposizioni particolari riguardanti la sicurezza – altre disposizioni

DISPOSIZIONI GENERALI E PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO

CAPITOLO 2

Art. 2.1

OSSERVANZA DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO EDI PARTICOLARI DISPOSIZIONI DI LEGGE

Il capitolato speciale d'appalto è diviso in due parti, una contenente la descrizione delle lavorazioni e l'altra la specificazione delle prescrizioni tecniche e delle prestazioni; esso illustra in dettaglio:

- nella prima parte tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche a integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo;
- nella seconda parte le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità diprove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; nel caso in cui il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, ne sono precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.

L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e nel Capitolato Generale d'Appalto.
L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi stradali, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle AUSL, alle norme CEI, UNI, CNR.
Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al d.lgs. 81/2008, in materia di tutela della salute e

della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al d.P.C.M. 1 marzo 1991 riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla L 447/95 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al d.lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.

Art. 2.2

DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO E DISCORDANZE

Sono parte integrante del contratto di appalto, oltre al presente Capitolato speciale d'appalto, il Capitolato generale d'appalto, di cui al d.m. 145/2000 per quanto non in contrasto con il presente capitolato o non previsto da quest'ultimo, e la seguente documentazione:

a) l'elenco dei prezzi unitari, ovvero il modulo compilato e presentato dall'appaltatore in caso di offertaprezzi;
b) il computo metrico estimativo;
c) le polizze di garanzia;
d) gli elaborati di progetto esecutivo;

Alcuni documenti sopra elencati possono anche non essere materialmente allegati, fatto salvo il capitolato speciale d'appalto e l'elenco prezzi unitari, purché conservati dalla stazione appaltante e controfirmati dai contraenti.

Sono contrattualmente vincolanti per le Parti le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

- il Codice dei contratti - d.lgs. n. 36/2023;
- le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori nonchè le norme vincolanti in specifici ambiti territoriali, quali la Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
- delibere, pareri e determinazioni emanate dall'Autorità Nazionale AntiCorruzione (ANAC);
- le norme tecniche emanate da C.N.R., U.N.I., C.E.I.

Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta alla stazione appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica.

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le qualiil lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto, fermo restando quanto stabi-

lito nella seconda parte del precedente capoverso, l'appaltatore rispetterà, nell'ordine, quelle indicate dagli atti seguenti: contratto - capitolato speciale d'appalto - elenco prezzi (ovvero modulo in caso di offerta prezzi) - disegni.
Nel caso di discordanze tra le descrizioni riportate in elenco prezzi unitari e quelle brevi riportate nel computo metrico estimativo, se presenti, è da intendersi prevalente quanto prescritto nell'elenco prezzi, anche in relazione al fatto che tale elaborato avrà valenza contrattuale in sede di stipula, diventando allegato al contratto.
Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei lavori.
L'appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate neglialtri atti contrattuali.

Art. 2.3

QUALIFICAZIONE E REQUISITI DELL'APPALTATORE

Per i lavori indicati dal presente Capitolato la stazione appaltante ha verificato l'assenza di cause di esclusione, ai sensi degli artt. 94 e 95 d.lgs. 36/2023, e il possesso dei requisiti di partecipazione dell'operatore economico, consultando il fascicolo virtuale di cui all'articolo 24 e gli altri documenti allegati, tramite l'interoperabilità con la piattaforma digitale nazionale dati di cui all'articolo 50-ter del codice dell'amministrazione digitale - d.lgs. 82/2005 - e con le banche dati delle pubbliche amministrazioni.
Nel dettaglio, l'operatore economico è in possesso di attestazione di qualificazione secondo quanto disposto dall'art. 100 c. 4 del codice.
Gli operatori economici sono qualificati per categorie di opere generali, per categorie di opere specializzate.

Tabella A

(Art. 46 allegato II.12 d.lgs. 36/2023)

Categorie di opere generali

OG 1	Edifici civili e industriali
OG 2	Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beniculturali e ambientali
OG 3	Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, linee tranviarie, metropolitane, funicolari, e piste aeroportuali, e relative opere complementari
OG 4	Opere d'arte nel sottosuolo

OG 5	Dighe
OG 6	Acquedotti, gasdotti, oleodotti, opere di irrigazione e di evacuazione
OG 7	Opere marittime e lavori di dragaggio
OG 8	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica
OG 9	Impianti per la produzione di energia elettrica
OG 10	Impianti per la trasformazione alta/media tensione e per la distribuzione di energia elettrica in corrente alternata e continua e impianti di pubblica illuminazione
OG 11	Impianti tecnologici
OG 12	Opere e impianti di bonifica e protezione ambientale
OG 13	Opere di ingegneria naturalistica

Categorie di opere specializzate

OS 1	Lavori in terra
OS 2-A	Superfici decorate di beni immobili del patrimonio culturale e beni culturali mobili di interesse storico,artistico, archeologico ed etnoantropologico
OS 2-B	Beni culturali mobili di interesse archivistico e librario
OS 3	Impianti idrico-sanitario, cucine, lavanderie
OS 4	Impianti elettromeccanici trasportatori
OS 5	Impianti pneumatici e antintrusione
OS 6	Finiture di opere generali in materiali lignei, plastici, metallici e vetrosi
OS 7	Finiture di opere generali di natura edile e tecnica
OS 8	Opere di impermeabilizzazione
OS 9	Impianti per la segnaletica luminosa e la sicurezza del traffico
OS 10	Segnaletica stradale non luminosa
OS 11	Apparecchiature strutturali speciali
OS 12-A	Barriere stradali di sicurezza
OS 12-B	Barriere paramassi, fermaneve e simili
OS 13	Strutture prefabbricate in cemento armato
OS 14	Impianti di smaltimento e recupero rifiuti
OS 15	Pulizia di acque marine, lacustri, fluviali
OS 16	Impianti per centrali di produzione energia elettrica
OS 17	Linee telefoniche ed impianti di telefonia
OS 18-A	Componenti strutturali in acciaio
OS 18-B	Componenti per facciate continue

OS 19	Impianti di reti di telecomunicazione e di trasmissione dati
OS 20-A	Rilevamenti topografici
OS 20-B	Indagini geognostiche
OS 21	Opere strutturali speciali
OS 22	Impianti di potabilizzazione e depurazione
OS 23	Demolizione di opere
OS 24	Verde e arredo urbano
OS 25	Scavi archeologici
OS 26	Pavimentazioni e sovrastrutture speciali
OS 27	Impianti per la trazione elettrica
OS 28	Impianti termici e di condizionamento
OS 29	Armamento ferroviario
OS 30	Impianti interni elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi
OS 31	Impianti per la mobilità sospesa
OS 32	Strutture in legno
OS 33	Coperture speciali
OS 34	Sistemi antirumore per infrastrutture di mobilità
OS 35	Interventi a basso impatto ambientale

Le categorie sono classificate secondo livelli di importo riportati all'art. 2 c. 4 dell'allegato II.12 del codice.

Classifiche

a) I: fino a euro 258.000;

b) II: fino a euro 516.000;

c) III: fino a euro 1.033.000;

d) III-bis: fino a euro 1.500.000;

e) IV: fino a euro 2.582.000;

f) IV-bis: fino a euro 3.500.000;

g) V: fino a euro 5.165.000;

h) VI: fino a euro 10.329.000;

i) VII: fino a euro 15.494.000;

l) VIII: oltre euro 15.494.000.

La qualificazione in una categoria abilita l'operatore economico a partecipare alle gare e a eseguire i lavori nei limiti della propria classifica incrementata di un quinto.

L'attestazione di qualificazione, rilasciata secondo la procedura prevista dall'allegato II.12, costituisce condizione necessaria e sufficiente per la dimostrazione della sussistenza dei requisiti di capacità tecnica e finan-

ziaria ai fini dell'affidamento di lavori pubblici.

I requisiti di ordine speciale necessari per ottenere la qualificazione sono:

- l'idoneità professionale;
- la capacità economica e finanziaria;
- le capacità tecniche e professionali.

Pertanto, l'operatore economico possiede la qualifica richiesta dal bando di gara, dall'avviso o dall'invito a partecipare redatto dalla Stazione Appaltante e disciplinato dal Codice Appalti e dalla norma vigente.

I requisiti minimi per lo svolgimento della progettazione oggetto del contratto sono previsti nei documenti di gara nel rispetto del Codice dei contratti.

2.4 AVVALIMENTO

L'avvalimento è il contratto con il quale una o più imprese ausiliarie si obbligano a mettere a disposizione di un operatore economico, che concorre in una procedura di gara, dotazioni tecniche e risorse umane e strumentali per tutta la durata dell'appalto, ai sensi dell'art. 104 c. 1 del d.lgs. 36/2023.

L'operatore economico ha prodotto regolare contratto di avvalimento che gli conferisce dotazioni tecniche e risorse umane e strumentali per tutta la durata dell'appalto, al fine dell'acquisizione di un requisito di partecipazione o al fine di migliorare l'offerta economica.

L'operatore economico, pertanto, ha allegato alla domanda di partecipazione:

- il contratto di avvalimento in originale o copia autentica, specificando se si è avvalso delle risorse altrui per acquisire un requisito di partecipazione o migliorare la propria offerta;
- la certificazione rilasciata dalla SOA o dall'ANAC.

- Per i fini sopra indicati, l'impresa ausiliaria ha dichiarato a questa stazione appaltante:
  - di essere in possesso dei requisiti di ordine generale;
  - di impegnarsi verso l'operatore economico e verso la stessa stazione appaltante a mettere a disposizione per tutta la durata dell'appalto le risorse oggetto del contratto di avvalimento.

L'impresa ausiliaria ha trasmesso la propria attestazione di qualificazione finalizzata all'acquisizione del requisito di partecipazione alla procedura di aggiudicazione dei lavori.

L'operatore economico e l'impresa ausiliaria sono responsabili in solido nei confronti della stazione appaltante in relazione alle prestazioni oggetto del contratto. Gli obblighi previsti dalla normativa antimafia a carico dell'operatore economico si applicano anche nei confronti del soggetto ausiliario, in ragione dell'importo dell' posto a base di gara, ai sensi dell'art. 104 c.7 del codice.

La stazione appaltante in corso d'esecuzione effettua delle verifiche sostanziali circa l'effettivo possesso dei requisiti e delle risorse oggetto dell'avvalimento da parte dell'impresa ausiliaria, nonché l'effettivo impiego

delle risorse medesime nell'esecuzione dell'appalto. A tal fine il RUP accerta in corso d'opera che le prestazioni oggetto di contratto siano svolte direttamente dalle risorse umane e strumentali dell'impresa ausiliaria che il titolare del contratto utilizza in adempimento degli obblighi derivanti dal contratto di avvalimento.

Art. 2.5

ATTIVITÀ DEL DIRETTORE DEI LAVORI

La stazione appaltante, prima dell'avvio della procedura per l'affidamento, nomina, su proposta del responsabile unico del progetto (RUP), un direttore dei lavori per la direzione e il controllo dell'esecuzione deicontratti relativi a lavori. L'attività del direttore dei lavori è disciplinata dall'allegato II.14 del d.lgs. 36/2023.
Il direttore dei lavori è preposto al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento, opera in piena autonomia e nel rispetto delle disposizioni di servizio impartite dal RUP affinchè i lavori siano eseguiti a regola d'arte e in conformità al progetto e al contratto. Nel caso di interventi particolarmente complessi, può essere supportato da un ufficio di direzione lavori assumendosi, pertanto, la responsabilità del coordinamento e della supervisione delle relative attività.
Interloquisce, inoltre, in via esclusiva con l'esecutore cui impartisce ordini di servizio riguardo agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto; l'esecutore è tenuto ad uniformarsi alle disposizioni ricevute, fatta salva la facoltà di iscrivere le proprie riserve.
Nel dettaglio, il direttore dei lavori:

- prima della consegna dei lavori, redige e rilascia al RUP un'attestazione sullo stato dei luoghi con riferimento all'accessibilità delle aree e degli immobili interessati dai lavori e all'assenza di impedimenti alla realizzabilità del progetto;
- consegna i lavori, accertata l'idoneità dei luoghi, nelle modalità previste dall'articolo Consegna dei lavori;
- provvede all'accettazione di materiali e componenti messi in opera e, in caso contrario, emette motivato rifiuto;
- impartisce gli ordini di servizio all'esecutore per fornirgli istruzioni relative agli aspetti tecnici ed economici dell'appalto; tali disposizioni sono comunicate al RUP e riportano le ragioni tecniche e le finalità perseguite;
- accerta che il deposito dei progetti strutturali delle costruzioni sia avvenuto nel rispetto della normativa vigente e che sia stata rilasciata la necessaria autorizzazione in caso di interventi ricadentiin zone soggette a rischio sismico;
- accerta che i documenti tecnici, le prove di cantiere o di laboratorio e le certificazioni basate sull'analisi del ciclo di vita del prodotto (LCA) relative a materiali, lavorazioni e apparecchiature impiantistiche rispondono ai requisiti di cui al piano d'azione nazionale per la sostenibilità ambientaledei consumi della pubblica amministrazione;
- verifica periodicamente il possesso e la regolarità, da parte dell'esecutore e del subappaltatore, delladocu-

mentazione prevista dalle leggi vigenti in materia di obblighi nei confronti dei dipendenti;

- controlla e verifica il rispetto dei tempi di esecuzione dei lavori indicati nel cronoprogramma allegato al progetto esecutivo e successivamente dettagliati nel programma di esecuzione dei lavori (quandosi utilizzano i metodi e gli strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, di cui all'articolo 43 eall'allegato I.9 del codice, la direzione dei lavori si avvale di modalità di gestione informativa digitale d*el*lecostruzioni);
- dispone tutti i controlli e le prove previsti dalle vigenti norme nazionali ed europee, dal piano d'azionenazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione e dal capitolatospeciale d'appalto, redigendone, in caso di accertamento, apposito verbale da trasmettere al RUP (quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato
- I.9 del codice, il direttore dei lavori si avvale di modalità di gestione informativa digitale per la redazione del predetto verbale);
- verifica, con l'ausilio dell'ufficio di direzione, la presenza in cantiere delle imprese subappaltatrici, nonché dei subcontraenti, accertando l'effettivo svolgimento della parte di prestazioni a essi affidatanel rispetto della normativa vigente e del contratto stipulato. Il direttore dei lavori registra le relativeed eventuali contestazioni dell'esecutore sulla regolarità dei lavori eseguiti in subappalto, rileva e segnala al RUP l'eventuale inosservanza;
- supporta il RUP nello svolgimento delle attività di verifica dei requisiti di capacità tecnica nel caso diavvalimento dell'esecutore;
- controlla lo sviluppo dei lavori e impartisce disposizioni per l'esecuzione entro i limiti dei tempi e delle somme autorizzate. Sono comprese in tale attività le visite periodiche al cantiere durante il periodo di sospensione dei lavori per accertare le condizioni delle opere e l'eventuale presenza di manodoperae di macchinari e per impartire le disposizioni necessarie a contenere macchinari e manodopera nellamisura strettamente necessaria per evitare danni alle opere già eseguite e per facilitare la ripresa deilavori;
- compila relazioni da trasmettere al RUP se nel corso dell'esecuzione dei lavori si verificano sinistri alle persone o danni alle proprietà e redige processo verbale alla presenza dell'esecutore per determinare l'eventuale indennizzo in caso di danni causati da forza maggiore;
- fornisce al RUP l'ausilio istruttorio e consultivo necessario per gli accertamenti finalizzati all'adozionedi modifiche, variazioni e varianti contrattuali, ferma restando la possibilità di disporre modifiche di dettaglio non comportanti aumento o diminuzione dell'importo contrattuale, comunicandole preventivamente al RUP;
- determina i nuovi prezzi delle lavorazioni e dei materiali non previsti dal contratto in contraddittoriocon l'esecutore;
- rilascia gli stati d'avanzamento dei lavori entro il termine fissato nella documentazione di gara e nelcontratto, ai fini dell'emissione dei certificati per il pagamento degli acconti da parte del RUP;
- procede alla constatazione sullo stato di consistenza delle opere, in contraddittorio con l'esecutore, ed emette il certificato di ultimazione dei lavori da trasmettere al RUP (che ne rilascia copia conforme all'ese-

cutore);

- verifica periodicamente la validità del programma di manutenzione, dei manuali d'uso e dei manualidi manutenzione, modificandone e aggiornandone i contenuti a lavori ultimati (quando si utilizzanoi metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 del d.lgs. 36/2023, il direttore dei lavori assicura la correlazione con i modelli informativi prodotti o aggiornati nel corso dell'esecuzionedei lavori sino al collaudo);
- gestisce le contestazioni su aspetti tecnici e riserve, attenendosi alla relativa disciplina prevista dallastazione appaltante e riportata nel capitolato d'appalto;
- fornisce chiarimenti, spiegazioni e documenti all'organo di collaudo, assistendo quest'ultimo nell'espletamento delle operazioni e approvando, previo esame, il programma delle prove di collaudoe messa in servizio degli impianti;
- svolge le funzioni di coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE), se in possesso dei requisiti richiesti dalla normativa vigente sulla sicurezza - nel caso di contratti di importo > 1 milione di euro e comunque in assenza di lavori complessi e di rischi di interferenze;
- quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 del d.lgs. 36/2023,il coordinatore dei flussi informativi assicura che siano utilizzati in modo interoperabile con gli strumenti relativi all'informatizzazione della gestione della contabilità dei lavori. Il direttore dei lavoripuò, altresì, utilizzare strumenti di raccolta e di registrazione dei dati di competenza in maniera strutturata e interoperabile con la gestione informativa digitale;
- controlla la spesa legata all'esecuzione dell'opera o dei lavori, compilando i documenti contabili. Atalfine provvede a classificare e misurare le lavorazioni eseguite, nonché a trasferire i rilievi effettuati sul registro di contabilità e per le conseguenti operazioni di calcolo che consentono di individuare il progredire della spesa;
- controlla l'effettiva applicazione del principio del **DNSH** così come previsto nel progetto, evidenziandoeventuali problematiche riscontrate durante le lavorazioni.

UFFICIO DI DIREZIONE LAVORI

In relazione alla complessità dell'intervento, il direttore dei lavori può essere supportato da un ufficio di direzione dei lavori, costituito da uno o più direttori operativi, da ispettori di cantiere, ed eventualmente da figure professionali competenti in materia informatica.

Il direttore dei lavori, con l'ufficio di direzione dei lavori, è preposto al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento, anche mediante metodi e strumenti di gestione informativa digitale elle costruzioni di cui all'allegato I.9 del codice, per eseguire i lavori a regola d'arte e in conformità al progetto e al contratto. Quando si utilizzano metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, di cui all'art. 43 e all'allegato I.9 del codice, all'interno dell'ufficio di direzione dei lavori è nominato anche un coordinatore dei flussi informativi; tale ruolo può essere svolto dal direttore dei lavori ovvero da un direttore operativo già incaricato, se in possesso di adeguate competenze.

Direttori operativi

Gli assistenti con funzione di direttori operativi collaborano con il direttore dei lavori nel verificare che le lavorazioni di singole parti dei lavori da realizzare siano eseguite regolarmente e nell'osservanza delle clausole contrattuali e rispondono della loro attività direttamente al direttore dei lavori.

Ai direttori operativi sono demandati i seguenti compiti da parte del direttore dei lavori:

- verifica che l'esecutore svolga tutte le pratiche di legge relative alla denuncia dei calcoli dellestrutture;
- programmazione e coordinamento delle attività dell'ispettore dei lavori;
- aggiornamento del cronoprogramma generale e particolareggiato dei lavori con indicazione delleeventuali difformità rispetto alle previsioni contrattuali e dei necessari interventi correttivi;
- assistenza al direttore dei lavori nell'identificare gli interventi necessari a eliminare difettiprogettuali o esecutivi;
- individuazione e analisi delle cause che influiscono negativamente sulla qualità dei lavori e dellerelative azioni correttive;
- assistenza ai collaudatori nell'espletamento delle operazioni di collaudo;
- esame e approvazione del programma delle prove di collaudo e messa in servizio degli impianti;
- direzione di lavorazioni specialistiche.

Il direttore operativo svolge le funzioni di coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE), se ildirettore dei lavori non possiede i requisiti - nel caso di contratti di importo > 1 milione di euro e comunquein assenza di lavori complessi e di rischi di interferenze.

Ispettori di cantiere

Gli assistenti con funzione di ispettori di cantiere collaborano con il direttore dei lavori nella sorveglianza dei lavori, rispondono della loro attività direttamente al direttore dei lavori e sono presenti a tempo pieno durante il periodo di svolgimento di lavori che richiedono un controllo quotidiano, nonché durante le fasi di collaudo e di eventuali manutenzioni.

La figura dell'ispettore di cantiere è subordinata a quella del direttore operativo. La differenza sostanziale tra le rispettive mansioni consiste nel fatto che, mentre l'ispettore di cantiere svolge attività propriamente pratiche, come la sorveglianza in cantiere, il direttore operativo occupa un ruolo più gestionale; tra i compiti del direttore operativo vi è, infatti, quello di programmare e coordinare le attività dell'ispettore di cantiere

Agli ispettori di cantiere sono demandati i seguenti compiti da parte del direttore dei lavori:

- verifica dei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali per assicurare che siano conformi alle prescrizioni e approvati dalle strutture di controllo di qualità del fornitore;
- verifica, prima della messa in opera, che i materiali, le apparecchiature e gli impianti abbiano superato le fasi di collaudo prescritte dal controllo di qualità o dalle normative vigenti o delleprescrizioni contrattuali in base alle quali sono stati costruiti;

- controllo sulle attività dei subappaltatori;
- controllo sulla regolare esecuzione dei lavori con riguardo ai disegni e alle specifiche tecnichecontrattuali;
- assistenza alle prove di laboratorio;
- assistenza ai collaudi dei lavori e alle prove di messa in esercizio e accettazione degli impianti;
- predisposizione degli atti contabili ed esecuzione delle misurazioni;
- assistenza al coordinatore per l'esecuzione.

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Il direttore dei lavori ha il compito dell'accettazione dei materiali previsti dal progetto, sia prima che dopo la messa in opera: al momento in cui vengono introdotti in cantiere valuta lo stato e la relativa documentazione (accettazione preliminare), l'accettazione diventa definitiva solo successivamente alla posa in opera; restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

Nel dettaglio, prima della messa in opera, i materiali vengono campionati e sottoposti all'approvazione del direttore dei lavori, completi delle schede tecniche di riferimento e di tutte le certificazioni in grado di giustificarne le prestazioni. In tale fase il direttore dei lavori rifiuta quelli deperiti o non conformi alla normativa tecnica, nazionale o dell'Unione europea, alle caratteristiche tecniche indicate nei documenti allegati al contratto, invitando l'esecutore a rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a proprie spese. Il rifiuto è trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabile utile. Se l'esecutore non procede alla rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'esecutore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Il direttore dei lavori verifica anche il rispetto delle norme in tema di sostenibilità ambientale, tra cui le modalità poste in atto dall'esecutore in merito al riuso di materiali di scavo e al riciclo entro lo stesso confine di cantiere.

In ogni caso, i materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'esecutore e sono rifiutati dal direttore dei lavori nel caso in cui ne accerti l'esecuzione senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera abbiano rivelato difetti o inadeguatezze. Il rifiuto è trascritto sul giornale dei lavori o, comunque, nel primo atto contabileutile, entro 15 giorni dalla scoperta della non conformità.

Infine, il direttore dei lavori o l'organo di collaudo dispongono prove o analisi ulteriori rispetto a quelle previste dalla legge o dal capitolato speciale d'appalto finalizzate a stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti e ritenute necessarie dalla stazione appaltante, con spese a carico dell'esecutore.

DOCUMENTI CONTABILI

La contabilità dei lavori è effettuata mediante l'utilizzo di strumenti elettronici specifici, che usano piattaforme, anche telematiche, interoperabili a mezzo di formati aperti non proprietari.

I documenti contabili, predisposti e tenuti dal direttore dei lavori, o dai direttori operativi o dagli ispettori di

cantiere delegati dallo stesso, e firmati contestualmente alla compilazione secondo la cronologia di inserimento dei dati, sono:

1. il giornale dei lavori;
2. i libretti di misura;
3. il registro di contabilità;
4. lo stato di avanzamento lavori (SAL);
5. il conto finale.

1. Il **giornale dei lavori** riporta per ciascun giorno:

- l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni;
- la qualifica e il numero degli operai impiegati;
- l'attrezzatura tecnica impiegata per l'esecuzione dei lavori;
- l'elenco delle provviste fornite dall'esecutore, documentate dalle rispettive fatture quietanzate,nonché quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori, ivi compresi gli eventuali eventi infortunistici;
- l'indicazione delle circostanze e degli avvenimenti relativi ai lavori che possano influire suimedesimi, inserendovi le osservazioni meteorologiche e idrometriche, le indicazioni sulla natura dei terreni e quelle particolarità che possono essere utili;
- le disposizioni di servizio e gli ordini di servizio del RUP e del direttore dei lavori;
- le relazioni indirizzate al RUP;
- i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove;
- le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori;
- le varianti ritualmente disposte, le modifiche o aggiunte ai prezzi;

2. I **libretti di misura** delle lavorazioni e delle provviste contengono la misurazione e classificazione dellelavorazioni effettuate dal direttore dei lavori. Il direttore dei lavori cura che i libretti siano aggiornati e immediatamente firmati dall'esecutore o dal tecnico dell'esecutore che ha assistito al rilevamento delle misure.
   I libretti delle misure possono anche contenere le figure quotate delle lavorazioni eseguite, i profili e i piani quotati raffiguranti lo stato delle cose prima e dopo le lavorazioni, oltre alle memorie esplicative al fine di dimostrare chiaramente ed esattamente, nelle sue varie parti, la forma e il modo di esecuzione.
3. Il **registro di contabilità** è il documento che riassume e accentra l'intera contabilizzazione dell'opera, in quanto a ciascuna quantità di lavorazioni eseguite e registrate nel libretto di misura associa i corrispondenti prezzi contrattuali, in modo tale da determinare l'avanzamento dei lavori non soltanto sotto il profilo delle quantità eseguite ma anche sotto quello del corrispettivo maturato dall'esecutore.
   Il registro è sottoposto all'esecutore per la sua sottoscrizione in occasione di ogni SAL.
4. Lo **stato di avanzamento lavori** (**SAL**) riassume tutte le lavorazioni e tutte le somministrazioni eseguite dal principio dell'appalto sino ad allora; è ricavato dal registro di contabilità e rilasciato nei termini e modalitàindi-

cati nella documentazione di gara e nel contratto di appalto, ai fini del pagamento di una rata di acconto.Il SAL riporta:

- il corrispettivo maturato;
- gli acconti già corrisposti;
- l'ammontare dell'acconto da corrispondere, sulla base della differenza tra le prime duevoci.

Il direttore dei lavori trasmette immediatamente il SAL al RUP, il quale emette il certificato di pagamento. Previa verifica della regolarità contributiva dell'esecutore, il RUP invia il certificato di pagamento alla stazione appaltante per l'emissione del mandato di pagamento; ogni certificato di pagamento emesso dalRUP è annotato nel registro di contabilità.

5. il **conto finale** dei lavori viene compilato dal direttore dei lavori a seguito della certificazione dell'ultimazione dei lavori e trasmesso al RUP unitamente a una relazione, in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando tutta la relativa documentazione.

   Il conto finale viene sottoscritto dall'esecutore. All'atto della firma, l'esecutore non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, ma deve limitarsi a confermare le riserve già iscritte negli atti contabili Se l'esecutore non firma il conto finale nel termine assegnato, non superiore a 30 giorni, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende definitivamente accettato. Il RUP, entro i successivi 60 giorni, redige una propria relazione finale riservata nella quale esprime parere motivato sulla fondatezza delle domande dell'esecutore.

Art. 2.6

PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI - CRONOPROGRAMMA - PIANO DI QUALITÀ

Prima dell'inizio dei lavori, l'esecutore presenta alla stazione appaltante un programma di esecuzione dei lavori dettagliato ai sensi dell'art. 32 c. 9 dell'allegato I.7 del d.lgs. 36/2023, indipendente dal cronoprogramma, nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni riguardo il periodo di esecuzione, l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

Cronoprogramma

Il progetto esecutivo è corredato del cronoprogramma, costituito da un diagramma che rappresenta graficamente, in forma chiaramente leggibile, tutte le fasi attuative dell'intervento, ivi comprese le fasi di redazione del progetto esecutivo, di approvazione del progetto, di affidamento dei lavori, di esecuzione dei lavori, nonché di collaudo o di emissione del certificato di regolare esecuzione dei lavori, ove previsti secondo la normativa in materia, e per ciascuna fase indica i relativi tempi di attuazione.

Il cronoprogramma, inoltre, riporta, in particolare, la sequenza delle lavorazioni che afferiscono alla fase di

esecuzione dei lavori, con la pianificazione delle lavorazioni gestibili autonomamente, e per ciascuna lavorazione rappresenta graficamente i relativi tempi di esecuzione e i relativi costi.
Nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.
A tale modello di controllo e gestione del processo di realizzazione dell'intervento può essere associato l'utilizzo di metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni di cui all'art. 43 del codice, nonché di tecniche specifiche di gestione integrata dell'intervento.

Piano di qualità di costruzione e di installazione

L'esecutore redige il piano di qualità di costruzione e di installazione ai sensi dell'art. 32 c. 5 dell'allegato del d.lgs. 36/2023, che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo della fase esecutiva. Il piano è approvato dal direttore dei lavori e definisce i criteri di valutazione dei materiali e dei prodotti installati e i criteri di valutazione e risoluzione di eventuali non conformità.

Art. 2.7
CONSEGNA DEI LAVORI

Prima di procedere alla consegna, il direttore dei lavori ha attestato lo stato dei luoghi verificando:

- l'accessibilità delle aree e degli immobili interessati dai lavori, secondo le indicazioni risultanti dagli elaborati progettuali;
- l'assenza di impedimenti alla realizzabilità del progetto, sopravvenuti rispetto agli accertamenti effettuati prima dell'approvazione del progetto medesimo.

L'attività è stata documentata attraverso apposito verbale di sopralluogo trasmesso al RUP.
La consegna dei lavori, oggetto dell'appalto, all'esecutore avviene da parte del direttore dei lavori, previa disposizione del RUP, ai sensi dell'art. 3 dell'allegato II.14 del d.lgs. 36/2023, non oltre 45 giorni dalla data di registrazione alla Corte dei conti del decreto di approvazione del contratto, e non oltre 45 giorni dalla data di approvazione del contratto quando la registrazione della Corte dei conti non è richiesta per legge; negli altri casi il termine di 45 giorni decorre dalla data di stipula del contratto.
Il direttore dei Lavori, comunica con congruo preavviso all'esecutore, il giorno e il luogo in cui deve presentarsi, munito del personale idoneo, nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, oveoccorra, il tracciamento dei lavori secondo piani, profili e disegni di progetto.
Avvenuta la consegna, il direttore dei lavori e l'esecutore sottoscrivono apposito verbale, che viene trasmesso al RUP, dalla cui data decorre il termine per il completamento dei lavori.
Il verbale contiene:

- le condizioni e circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli ac-

certamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi;

- l'indicazione delle aree, dei locali, delle condizioni di disponibilità dei mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori dell'esecutore, nonché dell'ubicazione e della capacità delle cave e delle discariche concesseo comunque a disposizione dell'esecutore stesso;
- la dichiarazione che l'area su cui devono eseguirsi i lavori è libera da persone e cose e, in ogni caso,che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori.

Sono a carico dell'esecutore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica e al completamentodel tracciamento che fosse stato già eseguito a cura della stazione appaltante.

L'esecutore dà inizio ai lavori e si prevede che l'ultimazione delle opere appaltate avvenga entro il terminedi giorni **130 (centotreta giorni)** decorrenti dalla data del verbale di consegna.

Mancata consegna

- Nel caso in cui si riscontrano differenze fra le condizioni locali e il progetto esecutivo, non si procedealla consegna e il direttore dei lavori ne riferisce immediatamente al RUP, indicando le cause e l'importanza delle differenze riscontrate rispetto agli accertamenti effettuati in sede di redazione delprogetto esecutivo e delle successive verifiche, proponendo i provvedimenti da adottare.
- Nel caso in cui l'esecutore non prende parte alla consegna dei lavori, senza giustificato motivo, la stazione appaltante può fissare una nuova data di consegna, ferma restando la decorrenza del termine contrattuale dalla data della prima convocazione, oppure risolvere il contratto ed incamerare la cauzione.
- La consegna può non avvenire per causa imputabile alla stazione appaltante ed in tal casol'esecutore può chiedere il recesso del contratto.
- Se l'istanza di recesso viene accolta, l'esecutore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate, calcolato sull'importo netto dell'appalto considerando le percentuali riportate al comma 12 del predetto art.3:

- 1,00% per la parte dell'importo fino a 258.000 euro;
- 0,50% per l'eccedenza fino a 1.549.000 euro;
- 0,20% per la parte eccedente 1.549.000 euro.

La richiesta di pagamento delle spese, debitamente quantificata, è inoltrata a pena di decadenza entro 60 giorni dalla data di ricevimento della comunicazione di accoglimento dell'istanza

recesso ed è formulata a pena di decadenza mediante riserva da iscrivere nel verbale di consegna dei lavori e confermare nel registro di contabilità.

Nel caso di appalto di progettazione ed esecuzione, l'esecutore ha altresì diritto al rimborso delle spese, nell'importo quantificato nei documenti di gara e depurato del ribasso offerto, dei livelli di progettazione dallo stesso redatti e approvati dalla stazione appaltante.

Se l'istanza di recesso non viene accolta, si procede alla **consegna tardiva** dei lavori, l'esecutoreha diritto al risarcimento dei danni causati dal ritardo, pari all'interesse legale calcolato sull'importocorrispondente alla

produzione media giornaliera prevista dal cronoprogramma nel periodo di ritardo, calcolato dal giorno di notifica dell'istanza di recesso fino alla data di effettiva consegna dei lavori.

Sospensione

Avvenuta la consegna, la stazione appaltante può sospendere i lavori per ragioni non di forza maggiore, purché la sospensione non si protragga per più di 60 giorni. Trascorso inutilmente tale termine, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto allo stesso modo del caso di consegna tardiva per causa imputabile alla stazione appaltante.

Consegna parziale

Il direttore dei lavori provvede alla **consegna parziale** dei lavori nei casi di temporanea indisponibilità delle aree e degli immobili ed, in contraddittorio con l'appaltatore, sottoscrive il verbale di consegna parziale dei lavori.

Al riguardo, l'esecutore presenta, a pena di decadenza dalla possibilità di iscrivere riserve per ritardi, un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Tuttavia, se le cause di indisponibilità permangono anche dopo che sono stati realizzati i lavori previsti dal programma, si applica la disciplina relativa alla sospensione dei lavori.

Nel caso di **consegna d'urgenza**, il verbale di consegna indica, altresì, le lavorazioni che l'esecutore deveimmediatamente eseguire, comprese le opere provvisionali.

Art. 2.8

SOSPENSIONI E TERMINE DI ULTIMAZIONE LAVORI

È disposta la sospensione dell'esecuzione ai sensi dell'art. 121 del d.lgs. 36/2023:

- quando ricorrono circostanze speciali che non erano prevedibili al momento della stipulazione del contratto e che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte - il direttore dei lavori compila il verbale di sospensione e lo inoltra al RUP entro 5 giorni;
- per ragioni di necessità o di pubblico interesse - da parte del RUP.
- Il direttore dei lavori dispone la sospensione dei lavori, redigendo, con l'intervento dell'esecutore o di un suo legale rappresentante, il verbale di sospensione - ai sensi dell'art. 8 c. 1 dell'allegato II.14 del codice - riportando:
- le ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori;
- lo stato di avanzamento dei lavori e delle opere la cui esecuzione rimane interrotta e le cautele adottate al fine della ripresa dell'intervento e della sua ultimazione senza eccessivi oneri;

- la consistenza del personale impiegato e dei mezzi d'opera presenti in cantiere al momento dellasospensione.

  La sospensione si protrae per il tempo strettamente necessario.

  Se la sospensione supera 1/4 della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori, il RUP dà avviso all'ANAC; contrariamente, l'ANAC irroga una sanzione amministrativa alla stazione appaltante ai sensi dell'art.222 c.13 del codice.

  In questo caso - sospensione > 1/4 o 6 mesi della durata complessiva prevista per l'esecuzione - l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti.

  Cessate le cause di sospensione, il RUP ordina la ripresa dell'esecuzione dei lavori ed indica un nuovo termine contrattuale. Entro 5 giorni dalla disposizione di ripresa dei lavori, il direttore dei lavori redige il verbale di ripresa dei lavori, sottoscritto anche dall'esecutore, con indicazione del nuovo termine contrattuale. Se l'esecutore ritiene che siano cessate le cause che hanno determinato la sospensione temporanea dei lavori, ma il RUP non ha ancora disposto la ripresa dei lavori, l'esecutore può diffidarlo e dare le opportune disposizioniper la ripresa al direttore dei lavori; la diffida è condizione necessaria per poter iscrivere riserva all'atto della ripresa dei lavori.

  Quando, a seguito della consegna dei lavori, insorgono circostanze che impediscono parzialmente il regolare svolgimento dei lavori per cause imprevedibili o di forza maggiore, l'esecutore prosegue le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili, dandone atto in apposito verbale.

  Le contestazioni dell'esecutore riguardo alle sospensioni dei lavori, comprese anche quelle parziali, sono iscritte, a pena di decadenza, nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori. Se la contestazione riguarda esclusivamente la durata della sospensione, è sufficiente l'iscrizione della stessa nel verbale di ripresa dei lavori; nel caso in cui l'esecutore non firma i verbali, deve farne espressa riserva sul registro di contabilità.

  Se le sospensioni dei lavori, totali o parziali, sono disposte dalla stazione appaltante per cause diverse da quelle sopra individuate, l'esecutore può chiedere, previa iscrizione di specifica riserva, a pena di decadenza, il risarcimento dei danni subiti, quantificato sulla base di quanto previsto dall'articolo 1382 c.c. e secondo i criteri individuati dall'art. 8 c.2 dell'allegato II.14 del codice:

  1. $O_{sgi,max} = 0{,}65 \cdot (I_c - U_i - S_g) \cdot g_{sosp} / T_{contr}$ dove:

- $O_{sgi,max}$ = limite massimo per il risacimento dovuto ai maggiori oneri per le spese generali infruttifere
- I_c = importo contrattuale
- U_i = utile di impresa = 10% I_c
- S_g = spese generali = 15% I_c
- T_{contr} = tempo contrattuale

- gsosp= giorni sospensione

2. lesione dell'utile coincidente con la ritardata percezione dell'utile di impresa, nella misura pari agli interessi legali di mora di cui all'art.2, c. 1, lett. e), del d.lgs. 231/2002, computati sulla percentualedel 10 %, rapportata alla durata dell'illegittima sospensione;
3. mancato ammortamento e retribuzioni inutilmente corrisposte riferiti rispettivamente al valore reale,all'atto della sospensione, dei macchinari esistenti in cantiere e alla consistenza della manodopera accertati dal direttore dei lavori;
4. determinazione dell'ammortamento sulla base dei coefficienti annui fissati dalle norme fiscali vigenti.

L'esecutore ultima i lavori nel termine stabilito dagli atti contrattuali, decorrente dalla data del verbale di consegna oppure, in caso di consegna parziale, dall'ultimo dei verbali di consegna e comunica per iscritto al direttore dei lavori l'ultimazione. Il direttore dei lavori procede alle necessarie constatazioni in contraddittorio.L'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità se i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggiortempo impiegato.

L'esecutore che, per cause a lui non imputabili, non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, può richiederne la proroga con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale.

Sull'istanza di proroga decide, entro 30 giorni dal suo ricevimento, il RUP, sentito il direttore dei lavori.

Art. 2.9

ESECUZIONE DEI LAVORI NEL CASO DI PROCEDURE DI INSOLVENZA

Fatto salvo quanto previsto dai commi 4 e 5 dell'art. 124 del d.lgs. 36/2023, in caso di liquidazione giudiziale, di liquidazione coatta e concordato preventivo, oppure di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 122 o di recesso dal contratto ai sensi dell'art. 88, c. 4-ter, del codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione, di cui al d.lgs. 159/2011, oppure in caso di dichiarazione giudiziale di inefficacia del contratto, la stazione appaltante interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato all'originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, per stipulare un nuovo contratto per l'affidamento dell'esecuzione o del completamento dei lavori, servizi o forniture, se tecnicamente ed economicamente possibile.

L'affidamento avviene alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede di offerta.Il curatore della procedura di liquidazione giudiziale, autorizzato dal giudice delegato all'esercizio provvisorio dell'impresa, stipula il contratto qualora l'aggiudicazione sia intervenuta prima della dichiarazione diliquidazione giudiziale ed esegue il contratto già stipulato dall'impresa assoggettata alla liquidazione giudiziale.

Art. 2.10

RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

La stazione appaltante risolve il contratto di appalto, senza limiti di tempo, se ricorre una delle seguenti condizioni:

a) modifica sostanziale del contratto, ai sensi dell'art. 120 c. 6 del d.lgs. 36/2023;
b) modifiche dettate dalla necessità di lavori supplementari non inclusi nell'appalto e varianti in corsod'opera (art. 120 c.1 lett. b), c), del codice) nel caso in cui l'aumento di prezzo eccede il 50 % del valore del contratto iniziale;
c) la modifica del contratto supera le soglie di rilevanza europea (art. 14 del codice);
d) la modifica supera il 15% del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori;
e) ricorre una delle cause di esclusione automatica previste dall'art. 94 c. 1 del codice;
f) violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unioneeuropea in un procedimento, ai sensi dell'art. 258 del TFUE;
g) decadenza dell'attestazione di qualificazione dell'esecutore dei lavori a causa di falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
h) provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di misure di prevenzione.

Il contratto di appalto può essere risolto per grave inadempimento delle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, tale da compromettere la buona riuscita delle prestazioni; in questo caso, il direttore dei lavori,accertato il grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, procede secondo quanto stabilito dall'art. 10 dell'allegato II.14 del codice:

- invia al RUP una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'appaltatore;
- formula la contestazione degli addebiti all'appaltatore, assegnando a quest'ultimo un terminemassimo di 15 giorni per la presentazione delle sue controdeduzioni al RUP;

Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'appaltatore abbia risposto, la stazione appaltante su proposta del RUP dichiara risolto il contratto, ai sensi dell'art. 122 c. 3 del codice.

Comunicata all'appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, il RUP, con preavviso di 20 giorni, richiede al direttore dei lavori la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventariodi materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.

L'organo di collaudo, acquisito lo stato di consistenza, redige un verbale di accertamento tecnico e contabile in cui accerta la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità e quanto previsto nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante ed è altresì accertata la presenza di eventuali opere, riportate nello stato di consistenza, ma non previste nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante.

In caso di ritardi nell'esecuzione delle prestazioni per negligenza dell'appaltatore, il direttore dei lavori asse-

gna un termine non inferiore a 10 giorni per l'esecuzione delle prestazioni.

Al riguardo, si redige processo verbale in contraddittorio tra le parti; qualora l'inadempimento permanga allo scadere del termine sopra indicato, la stazione appaltante risolve il contratto, con atto scritto comunicatoall'appaltatore, fermo restando il pagamento delle penali.

A seguito della risoluzione del contratto l'appaltatore ha diritto:

- al pagamento delle prestazioni relative ai lavori regolarmente eseguiti - nei casi a) e b);
- al pagamento delle prestazioni relative ai lavori regolarmente eseguiti decurtato:
- degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto;
- e, in sede di liquidazione finale, della maggiore spesa sostenuta per il nuovo affidamento quando la stazione appaltante non prevede che l'affidamento avvenga alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede in offerta (art. 124 c. 2 del codice).

Sciolto il contratto, l'appaltatore provvede al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine assegnato dalla stazione appaltante; in caso di mancato rispettodel termine, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese. Nel caso di provvedimenti giurisdizionali cautelari, possessori o d'urgenza che inibiscono o ritardano il ripiegamento dei cantieri o lo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze, la stazione appaltante può depositare cauzione in conto vincolato a favore dell'appaltatore o prestare fideiussione bancaria o polizza assicurativa pariall'1% del valore del contratto, con le modalità di cui all'art. 106 del codice, resta fermo il diritto dell'appaltatoredi agire per il risarcimento dei danni.

Art. 2.11 GARANZIA PROVVISORIA

La **garanzia provvisoria**, ai sensi di quanto disposto dall'art. 106 del d.lgs. 36/2023, copre la mancata sottoscrizione del contratto dovuta ad ogni fatto riconducibile all'affidatario o conseguenti all'adozione di informazione antimafia interdittiva emessa ai sensi degli artt. 84 e 91 del codice delle leggi antimafia e delle misure di prevenzione, di cui al d.lgs. 159/2011, ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto.

Tale garanzia - art. 106 c. 1, del codice - è pari al **2%** del valore complessivo del presente appalto.

La garanzia provvisoria è costituita sotto forma di fideiussione ed è rilasciata da istituto di credito autorizzato, a titolo di pegno a favore di questa stazione appaltante. La garanzia fideiussoria, firmata digitalmente, viene verificata telematicamente presso l'emittente ovvero gestita con ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1 del D.L. 135/2018, convertito con modificazioni, dalla L.12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'AgID con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1 del codice.

La garanzia prevede la rinuncia:

- al beneficio della preventiva escussione del debitore principale;
- all'eccezione di cui all'art. 1957 c. 2 c.c.;
- all'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni, a semplice richiesta scritta di questastazione appaltante.

Tale garanzia copre un arco temporale almeno di 180 giorni - che possono variare in relazione alla durata presumibile del procedimento - decorrenti dalla presentazione dell'offerta.

L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo, è **ridotto** del **30%** quando, la certificazione del sistema di qualità conforme alla norma UNI CEI ISO 9000, è stata rilasciata da organismi accreditati ai sensi delle norme della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000. Si applica la riduzione del **50%**, non cumulabile con la riduzione del 30%, nei confronti delle micro, delle piccole e delle medie imprese e dei raggruppamenti di operatori economici o consorzi ordinari costituiti esclusivamente da micro, piccole e medie imprese. L'importo della garanzia e del suo eventuale rinnovo è ridotto del **10%**, cumulabile con la riduzione del 30% e del 50%, quando l'operatore economico presenti una fideiussione, emessa e firmata digitalmente, che sia gestita mediante ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1 del D.L. 135/2018, convertito con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'AgID con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1.

L'importo della garanzia e del suo rinnovo è ridotto di un importo massimo del **10%**, cumulabile con le riduzioni del 30% e del 50%, quando l'operatore economico possegga la certificazione UNI EN ISO 14001 Sistemi di gestione ambientale, prevista dall'allegato II.13 del codice. Nel caso di cumulo delle riduzioni, la riduzione successiva è calcolata sull'importo che risulta dalla riduzione precedente. Per beneficiare della riduzione il possesso dei requisiti viene espressamente indicato nel contratto, in quanto opportunamente documentato nei modi previsti dalla normativa vigente in sede di offerta.

La garanzia è conforme agli schemi tipo approvati con decreto del Ministro delle imprese e del made in Italy di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e con il Ministro dell'economia e delle finanze, e prevede la rivalsa verso il contraente e il diritto di regresso verso la stazione appaltante per l'eventuale indebito arricchimento e possono essere rilasciate congiuntamente da più garanti. I garanti designano un mandatario o un delegatario per i rapporti con la stazione appaltante.

Art. 2.12 GARANZIA DEFINITIVA

L'appaltatore alla sottoscrizione del contratto, costituisce, obbligatoriamente, garanzia definitiva, con le modalità previste dall'articolo 106 del d.lgs. 36/2023, ed è pari al 10% dell'importo contrattuale.

La garanzia definitiva è costituita sotto forma di fideiussione ed è rilasciata da istituto di credito autorizzato, a titolo di pegno a favore di questa stazione appaltante. La garanzia fideiussoria, firmata digitalmente, viene verificata telematicamente presso l'emittente ovvero gestita con ricorso a piattaforme operanti con tecnolo-

giebasate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1 del D.L. 35/2018, convertito con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'AGID con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1 del codice.

La garanzia prevede la rinuncia:

- al beneficio della preventiva escussione del debitore principale;
- all'eccezione di cui all'art. 1957 c. 2 c.c.;
- all'operatività della garanzia medesima entro 15 giorni, a semplice richiesta scritta di questastazione appaltante.

Per salvaguardare l'interesse pubblico alla conclusione del contratto nei termini e nei modi programmati in caso di aggiudicazione con ribassi superiori al 10%, la garanzia è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%. Se il ribasso è superiore al 20%, l'aumento è di 2 punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.

La garanzia è prestata per l'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e per il risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché per il rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggiordanno verso l'esecutore.

La stazione appaltante richiede all'aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere.

Alla garanzia definitiva si applicano le riduzioni previste dall'articolo Garanzia provvisoria.

L'esecutore può richiedere prima della stipulazione del contratto di sostituire la garanzia definitiva con l'applicazione di una ritenuta a valere sugli stati di avanzamento pari al 10% degli stessi, ferme restando la garanzia fideiussoria costituita per l'erogazione dell'anticipazione e la garanzia da costituire per il pagamento della rata di saldo. Per motivate ragioni di rischio dovute a particolari caratteristiche dell'appalto o a specifichesituazioni soggettive dell'esecutore dei lavori, la stazione appaltante può opporsi alla sostituzione della garanzia.

Le ritenute sono svincolate dalla stazione appaltante all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque non oltre 12 mesi dopo la data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

La stazione appaltate ha il diritto di valersi della garanzia, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori, nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore. Può, altresì, incamerare la garanzia per il pagamento di quanto dovuto dall'esecutore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavo-

ratoriaddetti all'esecuzione dell'appalto.
La mancata costituzione della garanzia definitiva di cui all'art. 117, del codice, determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della stazioneappaltante, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria.
La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione ed è progressivamente svincola con l'avanzamento dell'esecuzione, nel limite assimo dell'80% dell'iniziale importo garantito. L'ammontare residuo della cauzione definitiva deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione, o comunque fino a 12 mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.
Lo svincolo è automatico, senza necessità di nulla osta, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione.
Il mancato svincolo nei 15 giorni dalla consegna dei SAL o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

Art. 2.13

COPERTURE ASSICURATIVE

L'esecutore dei lavori, in ottemperanza a quanto stabilito dall'art. 117 c. 10, del d.lgs. 36/2023, costituisce e consegna alla stazione appaltante almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori una polizza di assicurazione che copre i danni subiti dalla stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzionetotale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori.
L'importo della somma da assicurare corrisponde a quello del contratto.
Tale polizza assicura la stazione appaltante contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori il cui massimale è pari al **5%** della somma assicurata per le opere con un minimo di euro 1.000.000 ed un massimo di 5.000.000 di euro.
La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi **12 mesi** dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.
Qualora sia previsto un periodo di garanzia, la polizza assicurativa è sostituita da una polizza che tenga indenni le stazioni appaltanti da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento.
L'omesso o il ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio o di commissione da parte dell'esecutore non comporta l'inefficacia della garanzia nei confronti della stazione appaltante. Le garanzie fideiussorie e le polizze assicurative di cui sopra sono conformi agli schemi tipo approvati con decreto del

Ministro delle imprese e del made in Italy di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e con il Ministro dell'economia e delle finanze. Le garanzie fideiussorie prevedono la rivalsa verso il contraente e il diritto di regresso verso la stazione appaltante per l'eventuale indebito arricchimento e possono essere rilasciate congiuntamente da più garanti. I garanti designano un mandatario o un delegatario per i rapporti con la stazione appaltante.
La garanzia è prestata per un massimale assicurato non inferiore a quello di contratto.

Art. 2.14

DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

L'affidamento in subappalto è subordinato al rispetto delle disposizioni di cui all'art. 119 del d.lgs. 36/2023 e deve essere sempre autorizzato dalla stazione appaltante.
A pena di nullità, fatto salvo quanto previsto dall'art. 120 c. 2, lettera d) del codice, il contratto non può essere ceduto e non può essere affidata a terzi l'integrale esecuzione delle prestazioni o lavorazioni, nonché la prevalente esecuzione delle lavorazioni relative al complesso delle categorie prevalenti e dei contratti ad alta intensità di manodopera.
Il subappalto è il contratto con il quale l'appaltatore affida a terzi l'esecuzione di parte delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto, con organizzazione di mezzi e rischi a carico del subappaltatore. Costituisce, comunque, subappalto di lavori qualsiasi contratto stipulato dall'appaltatore con terzi avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare.
L'affidatario può subappaltare a terzi l'esecuzione delle prestazioni o dei lavori oggetto del contratto secondo le disposizioni del presente articolo.

Nel rispetto dei principi di cui agli artt. 1, 2 e 3 del codice la stazione appaltante, eventualmente avvalendosi del parere delle Prefetture competenti, indica nei documenti di gara le prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto da eseguire a cura dell'aggiudicatario sulla base:

- delle caratteristiche dell'appalto, ivi comprese quelle di cui all'art. 104 c. 11 del codice (ove si prevede il divieto di avvalimento in caso di opere per le quali sono necessari lavori o componenti dinotevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali);
- dell'esigenza di rafforzare il controllo delle attività di cantiere e più in generale dei luoghi di lavoro
- e di garantire una più intensa tutela delle condizioni di lavoro e della salute e sicurezza dei lavoratori ovvero di prevenire il rischio di infiltrazioni criminali, a meno che i subappaltatori sianoiscritti nell'elenco dei fornitori, prestatori di servizi ed esecutori di lavori di cui al c. 52 dell'art. 1 della L. 190/2012, ovvero nell'ana-

grafe antimafia degli esecutori istituita dall'art. 30 del D.L.

- 189/2016, convertito, con modificazioni, dalla L. 229/2016, tenuto conto della natura o dellacomplessità delle prestazioni o delle lavorazioni da effettuare.

L'affidatario comunica alla stazione appaltante, prima dell'inizio della prestazione, per tutti i sub-contratti che non sono subappalti, stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto e l'oggetto del lavoro affidato. Sono, altresì, comunicate alla stazione appaltante eventuali modifichea tali informazioni avvenute nel corso del sub-contratto.

Sussiste l'obbligo di acquisire nuova autorizzazione integrativa se l'oggetto del subappalto subisce variazioni e l'importo dello stesso viene incrementato.

I soggetti affidatari dei contratti possono affidare in subappalto le opere o i lavori, compresi nel contratto, previa autorizzazione della stazione appaltante, purché:

- il subappaltatore sia qualificato per le lavorazioni e le prestazioni da eseguire;
- non sussistano a suo carico le cause di esclusione di cui al Capo II del Titolo IV della Parte V del Libro II, del codice;
- all'atto dell'offerta siano stati indicati i lavori o le parti di opere che si intende subappaltare.

L'affidatario deposita il contratto di subappalto presso la stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni. Al momento del deposito del contratto di subappalto presso la stazione appaltante, l'affidatario trasmette la dichiarazione del subappaltatore attestante l'assenza dei motivi di esclusione di cui al Capo II del Titolo IV della Parte V del Libro II e il possesso dei requisiti di cui agli artt. 100 e 103 del codice. La stazione appaltante verifica la dichiarazione tramite la Banca dati nazionale di cui all'art. 23 del codice.

L'affidatario sostituisce, previa autorizzazione della stazione appaltante, i subappaltatori relativamente ai quali, all'esito di apposita verifica, sia stata accertata la sussistenza di cause di esclusione di questi ultimi.

Il contratto di subappalto, corredato della documentazione tecnica, amministrativa e grafica, direttamente derivata dagli atti del contratto affidato, indica puntualmente l'ambito operativo del subappalto, sia in terminiprestazionali che economici.

Il contraente principale e il subappaltatore sono responsabili in solido nei confronti della stazione appaltante in relazione alle prestazioni oggetto del contratto di subappalto.

L'aggiudicatario è responsabile in solido con il subappaltatore in relazione agli obblighi retributivi e contributivi, ai sensi dell'art. 29 del d.lgs. 276/2003.

Il subappaltatore, per le prestazioni affidate in subappalto, garantisce gli stessi standard qualitativi e prestazionali previsti nel contratto di appalto, riconosce, altresì, ai lavoratori un trattamento economico e normativo non inferiore a quello che avrebbe garantito il contraente principale, inclusa l'applicazione dei medesimi contratti collettivi nazionali di lavoro, qualora le attività oggetto di subappalto coincidano con quelle caratterizzanti l'oggetto dell'appalto, ovvero riguardino le lavorazioni relative alle categorie prevalenti e

sianoincluse nell'oggetto sociale del contraente principale. L'affidatario corrisponde i costi della sicurezza e della manodopera, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso;la stazione appaltante, sentito il direttore dei lavori, il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione. L'affidatario è solidalmente responsabile con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.

L'affidatario è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni. È, altresì, responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

L'affidatario e, per suo tramite, i subappaltatori, trasmettono alla stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori la documentazione di avvenuta denunzia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, ove presente, assicurativi e antinfortunistici, nonché copia dei piani di sicurezza.

Ai fini del pagamento delle prestazioni rese nell'ambito dell'appalto o del subappalto, la stazione appaltante acquisisce il documento unico di regolarità contributiva in corso di validità relativo all'affidatario e a tutti i subappaltatori.

Al fine di contrastare il fenomeno del lavoro sommerso ed irregolare, il documento unico di regolarità contributiva sarà comprensivo della verifica della congruità della incidenza della mano d'opera relativa allo specifico contratto affidato.

Per i contratti relativi a lavori, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'esecutore o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, nonché in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva, ai sensi dell'art. 11 c. 5 del codice la stazione appaltante e gli enti concedenti assicurano, in tutti i casi, che le medesime tutele normative ed economiche siano garantite ai lavoratori in subappalto.

Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere sono indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici.

L'affidatario che si avvale del subappalto o del cottimo allega copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento a norma dell'art. 2359 del c.c. con il titolare del subappalto o del cottimo. Analoga dichiarazione è effettuata da ciascuno dei soggetti partecipanti nel caso di raggruppamento temporaneo, società o consorzio. La stazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione al subappalto entro 30 giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto,l'autorizzazione si intende concessa. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a 100.000 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono ridotti della metà.

Ai sensi degli art. 18, c. 1, lett. u), 20, c. 3 e art. 26, c. 8, del d.lgs. 81/2008, nonché dell'art. 5, c. 1, della

L. 136/2010, l'appaltatore è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore, i dati identificativi del datore di lavoro e la data di assunzione del lavoratore. L'appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per i lavoratori dipendenti dai subappaltatori autorizzati che deve riportare gli estremi dell'autorizzazione al subappalto. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nel medesimo luogo di lavoro, i quali sono tenuti a provvedervi perproprio conto.

La stazione appaltante indica nei documenti di gara le prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto che, pur subappaltabili, non possono formare oggetto di ulteriore subappalto, in ragione delle specifiche caratteristiche dell'appalto e dell'esigenza, tenuto conto della natura o della complessità delle prestazioni o delle lavorazioni da effettuare, di rafforzare il controllo delle attività di cantiere e più in generale dei luoghi di lavoro o di garantire una più intensa tutela delle condizioni di lavoro e della salute e sicurezza dei lavoratori oppure di prevenire il rischio di infiltrazioni criminali.

I piani di sicurezza di cui al d.lgs. 81/2008 sono messi a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dai singoli subappaltatori compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato.

Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Nell'ipotesi di raggruppamento temporaneo o di consorzio, detto obbligo incombe al mandatario. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. Con riferimento ai lavori affidati in subappalto, il direttore dei lavori, con l'ausilio dei direttori operativi e degli ispettori di cantiere, ove nominati, svolge le seguenti funzioni:

a) verifica la presenza in cantiere delle imprese subappaltatrici autorizzate, nonché dei subcontraenti, che non sono subappaltatori, i cui nominativi sono stati comunicati alla stazione appaltante;

b) controlla che i subappaltatori e i subcontraenti svolgano effettivamente la parte di prestazioni ad essi affidata nel rispetto della normativa vigente e del contratto stipulato.

Art. 2.15

PREMIO DI ACCELERAZIONE E PENALI

I contratti di appalto prevedono premi di accelerazione nel caso in cui l'opera venga ultimata in anticipo rispetto ai termini contrattualmente previsti, così come stabiliti a seguito dell'offerta migliorativa, mentre nel coso contrario, ovverosia per ritardi nell'esecuzione delle prestazioni - ritardi imputabili all'appaltatore -

penalicommisurate ai giorni di ritardo e proporzionali rispetto all'importo del contratto.

Ai sensi dell'art. 50 - c. 4 del D.L. n. 77/2021 la stazione Appaltante prevede che, qualora l'ultimazione dei lavori avvenga in anticipo rispetto al termine contrattuale previsto, è riconosciuto, a seguito dell'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, un premio di accelerazione per ogni giorno di anticipo pari allo **0,6 ‰** dell'importo netto contrattuale, mediante utilizzo delle somme indicate nel quadro economico dell'intervento alla voce imprevisti, nei limiti delle risorse ivi disponibili, sempre che l'esecuzione dei lavori sia conforme alle obbligazioni assunte.

Le penali dovute, invece, per il ritardato adempimento e quelle per il mancato rispetto degli obblighi previsti dall'art. 47, comma 3, 3-bis e 4, di cui al DL 77/2021, convertito con modificazioni nella L 108/2021, volti a favorire la pari opportunità di genere e generazionali, nonché l'inclusione lavorativa delle persone con disabilità,sono calcolate, anche in questo caso, in misura giornaliera pari a **1‰** dell'ammontare netto contrattuale da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate al ritardo e alla gravità della violazione, e non possono comunque superare, complessivamente, il **20%** di detto ammontare netto contrattuale.

Relativamente alla esecuzione della prestazione articolata in più parti, nel caso di ritardo rispetto ai terminidi una o più d'una di tali parti, le penali su indicate si applicano ai rispettivi importi.

Il mancato adempimento agli impegni dichiarati ed assunti in sede di gara relativi all'art. 47, del D.L. n. 77/21, (convertito in L. 29 luglio 2021, n. 108), determina l'applicazione delle penali giornaliere, ai sensi del comma 6 dello stesso all'articolo 47, così articolate:

- **La mancata produzione delle relazioni previste dai commi 3 e 3 bis di cui all'art. 47, del D.L. n. 77/21, entro sei mesi dalla conclusione del contratto ai sensi dell'art. 1326 C.C., comporta l'applicazione della penale giornaliera, nella misura del 0,6 ‰ dell'importo netto contrattuale, fino ad un importo massimo pari al 20 % dell'ammontare netto contrattuale.**
- **Il mancato adempimento agli impegni dichiarati in sede di gara relativi a commi 4 e 5, comporta l'applicazione della penale giornaliera, nella misura del 0,6 ‰ dell'importo netto contrattuale graduata proporzionalmente al punteggio assegnato dalla commissione giudicatrice, come premialità ex art. 47 D.L. 77/21, fino ad un importo massimo pari al 20 % dell'importo netto contrattuale, a partire dalla data di perfezionamento del contratto.**

Tutte le penali saranno contabilizzate in detrazione, in occasione di ogni pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo, e saranno imputate mediante ritenuta sull'importo della rata di saldo in sede di collaudo finale.

La penale, nella misura percentuale pari a **1‰**, si applica anche in caso di ritardo rispetto alle soglie temporali intermedie fissate nel cronoprogramma. Se l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori,rispetta la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori, la penale irrogata viene disapplicata e, se, già addebitata, viene restituita.

Tutte le fattispecie di ritardi sono segnalate tempestivamente e dettagliatamente al RUP da parte del direttore dei lavori, immediatamente al verificarsi della relativa condizione, con la relativa quantificazione temporale; sulla base delle predette indicazioni le penali sono applicate in sede di conto finale ai fini della verifica in sede d certificato di collaudo.

Art. 2.16

SICUREZZA DEI LAVORI

L'appaltatore è tenuto ad osservare le disposizioni del piano di sicurezza e coordinamento eventualmente predisposto dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione (CSP) e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 100 del d.lgs. n. 81/2008.
L'obbligo è esteso alle eventuali modifiche e integrazioni disposte autonomamente dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE) in seguito a sostanziali variazioni alle condizioni di sicurezza sopravvenute e alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dallo stesso CSE. I nominativi dell'eventuale CSP e del CSE sono comunicati alle imprese esecutrici e indicati nel cartello di cantiere a cura della Stazione appaltante.
L'Appaltatore, prima della consegna dei lavori e, anche in caso di consegna d'urgenza, dovrà presentare al CSE (ai sensi dell'art. 100 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 8) le eventuali proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato al progetto. L'Appaltatore dovrà redigere il Piano Operativo di Sicurezza (POS), in riferimento al singolo cantiere interessato, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza sopra menzionato.
Il POS deve essere redatto da ciascuna impresa operante nel cantiere e consegnato alla stazione appaltante, per il tramite dell'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori per i quali esso è redatto.
Qualora non sia previsto Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), all'Appaltatore potrà essere richiesta la redazione di un Piano di Sicurezza Sostitutivo (PSS) del Piano di Sicurezza e Coordinamento conforme ai contenuti dell'Allegato XV del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81.
Nei casi in cui è prevista la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, prima dell'inizio dei lavori, ovvero in corso d'opera, le imprese esecutrici possono presentare, per mezzo dell'impresa affidataria, al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al Piano di Sicurezza e di Coordinamento loro trasmesso al fine di adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Appaltatore e per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso.
Il piano di sicurezza dovrà essere rispettato in modo rigoroso. È compito e onere dell'Appaltatore ottemperare a tutte le disposizioni normative vigenti in campo di sicurezza ed igiene del lavoro che gli concernono e che riguardano le proprie maestranze, mezzi d'opera ed eventuali lavoratori autonomi cui ritenga di affidare,

anche in parte, lavori o prestazioni specialistiche in essi compresi.

Ai sensi dell'articolo 90 del d.lgs. n. 81/2008 nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea, viene designato il coordinatore per la progettazione (CSP) e, prima dell'affidamento dei lavori, il coordinatore per l'esecuzione dei lavori (CSE), in possesso dei requisiti di cui all'articolo 98 del d.lgs. n. 81/2008. La disposizione di cui al periodo precedente si applica anche nel caso in cui, dopo l'affidamento dei lavori a un'unica impresa, l'esecuzione dei lavori o di parte di essi sia affidata a unao più imprese.

Anche nel caso di affidamento dei lavori ad un'unica impresa, si procederà alle seguenti verifiche prima della consegna dei lavori:

a) verifica dell'idoneità tecnico-professionale delle imprese affidatarie, delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi in relazione alle funzioni o ai lavori da affidare, con le modalità di cui all'allegato XVII del d.lgs. n. 81/2008. Nei cantieri la cui entità presunta è inferiore a 200 uomini-giorno e i cui lavori non comportano rischi particolari di cui all'allegato XI, il requisito si considera soddisfatto mediante presentazione da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi del certificato di iscrizione alla Camera di commercio, industria e artigianato e del documento unico di regolarità contributiva, corredato da autocertificazione in ordine al possesso degli altri requisiti previsti dall'allegato XVII;
b) dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce deilavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contrattocollettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti. Nei cantieri la cui entità presunta è inferiore a 200 uomini-giorno e i cui lavori noncomportano rischi particolari di cui all'allegato XI, il requisito si considera soddisfatto mediantepresentazione da parte delle imprese del documento unico di regolarità contributiva, fatta salva l'acquisizione d'ufficio da parte delle stazioni appaltanti pubbliche, e dell'autocertificazione relativa al contratto collettivo applicato;
c) copia della notifica preliminare, se ricorre il caso di cui all'articolo 99 del d.lgs. n. 81/2008 e dichiarazioneattestante l'avvenuta verifica della documentazione di cui alle lettere a) e b).

All'atto dell'inizio dei lavori, e possibilmente nel verbale di consegna, l'Appaltatore, e per suo tramite i subappaltatori, dovranno dichiarare esplicitamente di essere a conoscenza del regime di sicurezza del lavoro, ai sensi del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, in cui si colloca l'appalto e cioè:

- il nome del committente o per esso in forza delle competenze attribuitegli, la persona che lorappresenta;
- il nome del Responsabile dei Lavori, eventualmente incaricato dal suddetto Committente (ai sensidell'art. 89 d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81);
- che i lavori appaltati rientrano nelle soglie fissate dall'art. 90 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, per lanomina dei Coordinatori della Sicurezza;
- il nome del Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione;

- il nome del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione;
- di aver preso visione del Piano di Sicurezza e Coordinamento in quanto facente parte del progetto edi avervi adeguato le proprie offerte, tenendo conto che i relativi oneri, non soggetti a ribasso d'asta, assommano all'importo di Euro **31.642,32 oltre iva**.

  Nella fase di realizzazione dell'opera il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, ove previsto ai sensi dell'art. 92 d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81:

  verificherà, tramite opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione da parte delle imprese appaltatrici (e subappaltatrici) e dei lavoratori autonomi delle disposizioni contenute nel

  Piano di Sicurezza e Coordinamento di cui all'art. 100, d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 ove previsto;
- verificherà l'idoneità dei Piani Operativi di Sicurezza;
- adeguerà il piano di sicurezza e coordinamento ove previsto e il fascicolo, in relazione all'evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche;
- organizzerà, tra tutte le imprese presenti a vario titolo in cantiere, la cooperazione ed ilcoordinamento delle attività per la prevenzione e la protezione dai rischi;
- sovrintenderà all'attività informativa e formativa per i lavoratori, espletata dalle varie imprese;
- controllerà la corretta applicazione, da parte delle imprese, delle procedure di lavoro e, in casocontrario, attuerà le azioni correttive più efficaci;
- segnalerà al Committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta, le inadempienze da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi;
- proporrà la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o la risoluzione del contratto.

  Nel caso in cui la Stazione Appaltante o il responsabile dei lavori non adottino alcun provvedimento, senza fornire idonea motivazione, il CSE provvede a dare comunicazione dell'inadempienza alla ASL e alla DirezioneProvinciale del Lavoro. In caso di pericolo grave ed imminente, direttamente riscontrato, egli potrà sospenderele singole lavorazioni, fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

  I piani di sicurezza dovranno comunque essere aggiornati nel caso di nuove disposizioni in materia di sicurezza e di igiene del lavoro, o di nuove circostanze intervenute nel corso dell'appalto, nonché ogni qualvolta l'Appaltatore intenda apportare modifiche alle misure previste o ai macchinari ed attrezzature da impiegare.

  L'Appaltatore dovrà portare a conoscenza del personale impiegato in cantiere e dei rappresentanti dei lavori per la sicurezza il piano di sicurezza ed igiene del lavoro e gli eventuali successivi aggiornamenti, allo scopo di informare e formare detto personale, secondo le direttive eventualmente emanate dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori. Ai sensi dell'articolo 119, c. 12, del d.lgs. 36/2023, l'affidatario è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.

Le gravi o ripetute violazioni dei piani di sicurezza da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

Art. 2.17

OBBLIGHI DELL'APPALTATORE RELATIVI ALLA TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI

L'amministrazione attuatrice, secondo le indicazioni fornite dall'Amministrazione centrale titolare di interventi PNRR, deve registrare i dati di avanzamento finanziario nel sistema informativo caricando la documentazione inerente il conseguimento dei milestone e target e conservando la documentazione specifica relativa alla presente procedura di affidamento e a ciascun atto giustificativo di spesa e di pagamento, al fine di consentire l'espletamento delle verifiche previste dal Sistema di Gestione e Controllo del PNRR e dai relatividocumenti di indirizzo e linee guida afferenti la realizzazione degli investimenti e riforme incluse nel Piano.

Pertanto, l'Appaltatore si impegna a rispettare gli obblighi in materia contabile previsti dalla **Circolare del Ministero dell'Economia e delle Finanze, n. 9 del 10 febbraio 2022**.

L'Appaltatore assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e s.m.i, a pena di nullità del contratto.

Tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento per pagamenti a favore dell'appaltatore, o di tutti i soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all'intervento, devono avvenire mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall'ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità. Tali pagamenti devono avvenire utilizzando i conti correnti dedicati.

Le prescrizioni suindicate dovranno essere riportate anche nei contratti sottoscritti con subappaltatori e/o subcontraenti a qualsiasi titolo interessati all'intervento.

L'Appaltatore si impegna, inoltre, a dare immediata comunicazione alla stazione appaltante ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia ove ha sede la stazione appaltante, della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria. Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilita' delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto.

Art. 2.18

ANTICIPAZIONE - MODALITÀ E TERMINI DI PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO

Ai sensi dell'art. 125 del d.lgs. 36/2023, sul valore del contratto d'appalto viene calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo pari al 20% da corrispondere all'appaltatore entro 15 giorni dall'effettivo inizio della

prestazione, anche in più rate in rapporto alla liquidità delle risorse disponibili.
L'erogazione dell'anticipazione, consentita anche nel caso di consegna in via d'urgenza, ai sensi dell'art. 17, c. 8 e 9 del codice è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma della prestazione. La predetta garanzia è rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi dell'art. 106 c. 3 del codice, o assicurative, autorizzate alla copertura deirischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondono ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'arti. 106 del d.lgs. 385/1993 che svolgono esclusivamente attività di rilascio garanzie e sono sottoposti a revisione contabile.
La garanzia fideiussoria è emessa e firmata digitalmente ed è verificabile telematicamente pressol'emittente, ovvero gestita mediante ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuitiai sensi dell'art. 8-ter c. 1, del D.L. 135/2018, convertito, con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'Agid con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1 del codice.
L'importo della garanzia è gradualmente e automaticamente ridotto nel corso della prestazione, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte della stazione appaltante. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione della prestazione non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.
Nei contratti di lavori i pagamenti relativi agli acconti del corrispettivo sono effettuati nel termine di 30 giorni decorrenti dall'adozione di ogni SAL, salvo che sia espressamente concordato nel contratto un diverso termine, comunque non superiore a 60 giorni e purché ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.
Il SAL, ricavato dal registro di contabilità, è rilasciato nelle modalità e nei termini indicati nel contratto. A tal fine, il direttore dei lavori accerta senza indugio il raggiungimento delle condizioni contrattuali. In mancanza,lo comunica l'esecutore dei lavori. Contestualmente all'esito positivo dell'accertamento, oppure contestualmente al ricevimento della comunicazione dell'esecutore, il direttore dei lavori adotta il SAL e lo trasmette al RUP.
In caso di difformità tra le valutazioni del direttore dei lavori e quelle dell'esecutore in merito al raggiungimento delle condizioni contrattuali per l'adozione del SAL, il direttore dei lavori, a seguito di tempestivo contraddittorio con l'esecutore, archivia la comunicazione oppure adotta il SAL e lo trasmette immediatamente al RUP.
I certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo sono emessi dal RUP contestualmente all'adozione di ogni SAL e comunque entro un termine non superiore a 7 giorni. Il RUP, previa verifica della regolarità contributiva dell'esecutore e dei subappaltatori, invia il certificato di pagamento alla stazione ap-

paltante, la quale procede al pagamento. L'esecutore emette fattura al momento dell'adozione del certificato di pagamento.

Il RUP rilascia il certificato di pagamento relativo alla rata di saldo all'esito positivo del collaudo dei lavori e comunque entro un termine non superiore a 7 giorni dall'emissione dei relativi certificati. Il pagamento è effettuato nel termine di 30 giorni decorrenti dall'esito positivo del collaudo, salvo non sia concordato un diverso termine nel contratto (non superiore a 60 giorni) e purchè ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.

Il certificato di pagamento non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666 c. 2 del c.c.

In caso di ritardo nei pagamenti si applicano gli interessi moratori di cui agli artt. 5 e 6 del d.lgs. 231/2002.

Le piattaforme digitali di cui all'art. 25 del codice, assicurano la riconducibilità delle fatture elettroniche agli acconti corrispondenti ai SAL e a tutti i pagamenti dei singoli contratti, garantendo l'interoperabilità con i sistemi centrali di contabilità pubblica. Le predette piattaforme sono integrate con la piattaforma tecnologica per l'interconnessione e l'interoperabilità tra le pubbliche amministrazioni e i prestatori di servizi di pagamentoabilitati, prevista dall'art. 5 del codice dell'amministrazione digitale, di cui al d.lgs. 82/2005.

Ai sensi dell'art. 11 c. 6 del codice, in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli entiprevidenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile.

In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50%; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.

In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale, il RUP invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi 15 giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatoreinadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento diretto.

Lo stato di avanzamento dei lavori sarà emesso da parte della Direzione Lavori a raggiungimento della rata di pagamento netta, riportata nel certificato di pagamento, pari a **€ 100.000,00** oltre Iva di legge.

Art. 2.19

CONTO FINALE - AVVISO AI CREDITORI

Si stabilisce che il conto finale viene compilato entro **90 giorni** dalla data dell'ultimazione dei lavori.
Il conto finale dei lavori è compilato dal Direttore dei Lavori a seguito della certificazione dell'ultimazione degli stessi e trasmesso al RUP unitamente ad una relazione, in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando tutta la relativa documentazione.
Il conto finale dei lavori è sottoscritto dall'esecutore. All'atto della firma, l'esecutore non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e deve confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili. Se l'Appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, non superiore a 30 giorni, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende definitivamente accettato.
Firmato dall'esecutore il conto finale, o scaduto il termine sopra assegnato, il RUP, entro i successivi 60 giorni, redige una propria relazione finale riservata nella quale esprime parere motivato sulla fondatezza delledomande dell'esecutore per le quali non siano intervenuti la transazione o l'accordo bonario.
All'atto della redazione del certificato di ultimazione dei lavori il RUP dà avviso al sindaco o ai sindaci del comune nel cui territorio si eseguiranno i lavori, i quali curano la pubblicazione di un avviso contenente l'invitoper coloro i quali vantino crediti verso l'esecutore per indebite occupazioni di aree o stabili e danni arrecati nell'esecuzione dei lavori, a presentare entro un termine non superiore a 60 giorni le ragioni dei loro crediti ela relativa documentazione. Trascorso questo termine il sindaco trasmette al RUP i risultati dell'anzidetto avviso con le prove delle avvenute pubblicazioni ed i reclami eventualmente presentati. Il RUP invita l'esecutore a soddisfare i crediti da lui riconosciuti e quindi rimette al collaudatore i documenti ricevuti dal sindaco o dai sindaci interessati, aggiungendo il suo parere in merito a ciascun titolo di credito ed eventualmente le prove delle avvenute tacitazioni.
Al conto finale il direttore dei lavori allega la seguente documentazione:

- il verbale o i verbali di consegna dei lavori;
- gli atti di consegna e riconsegna di mezzi d'opera, aree o cave di prestito concessi in usoall'esecutore;
- le eventuali perizie di variante, con gli estremi della intervenuta approvazione;
- gli eventuali nuovi prezzi e i relativi verbali di concordamento, atti di sottomissione e attiaggiuntivi, con gli estremi di approvazione e di registrazione;

- gli ordini di servizio impartiti;
- la sintesi dell'andamento e dello sviluppo dei lavori con l'indicazione delle eventuali riserve e lamenzione delle eventuali transazioni e accordi bonari intervenuti, nonché una relazione riservata relativa alle riserve dell'esecutore non ancora definite;
- i verbali di sospensione e ripresa dei lavori, il certificato di ultimazione dei lavori conl'indicazione dei ritardi e delle relative cause;
- gli eventuali sinistri o danni a persone, animali o cose con indicazione delle presumibili cause edelle relative conseguenze;
- i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove;
- le richieste di proroga e le relative determinazioni del RUP, ai sensi dell'articolo 121, comma 8,del codice;
- gli atti contabili, ossia i libretti delle misure e il registro di contabilità;
- tutto ciò che può interessare la storia cronologica dell'esecuzione, aggiungendo tutte le notizietecniche ed economiche che possono agevolare il collaudo.

Art. 2.20

ULTIMAZIONE LAVORI - COLLAUDO TECNICO-AMMINISTRATIVO

Il direttore dei lavori, a seguito della comunicazione dell'esecutore di avvenuta ultimazione dei lavori, procede alla constatazione sullo stato di consistenza delle opere in contraddittorio con l'esecutore, emette il certificato di ultimazione dei lavori e lo invia al RUP, il quale ne rilascia copia conforme all'esecutore. Tale certificato costituisce titolo sia per l'applicazione delle penali previste nel contratto per il caso di ritardata esecuzione, sia per l'assegnazione di un termine perentorio per l'esecuzione di lavori di piccola entità non incidenti sull'uso e la funzionalità delle opere.

Non oltre 6 mesi dall'ultimazione dei lavori il collaudo viene completato, secondo le disposizioni riportate all'art. 116 e alla sezione III dell'allegato II.14 del d.lgs. 36/2023.

Il collaudo rappresenta l'attività di verifica finale dei lavori ed è finalizzato a certificare il rispetto delle caratteristiche tecniche, economiche e qualitative dei lavori e delle prestazioni, nonché degli obiettivi e dei tempi, in conformità delle previsioni e pattuizioni contrattuali, e comprende tutte le verifiche tecniche previste dalle normative di settore.

Nel dettaglio, il collaudo ha l'obiettivo di verificare che:

- l'opera o il lavoro siano stati eseguiti a regola d'arte, secondo:
  - il progetto approvato e le relative prescrizioni tecniche;
  - le eventuali perizie di variante;
  - il contratto e gli eventuali atti di sottomissione o aggiuntivi debitamente approvati;
- i dati risultanti dalla contabilità finale e dai documenti giustificativi corrispondano fra loro e con le risul-

tanze di fatto, non solo per dimensioni, forma e quantità, ma anche per qualità dei materiali, dei componenti e delle provviste;

- le procedure espropriative poste a carico dell'esecutore siano state espletate tempestivamente e diligentemente.

In tale sede vengono esaminate anche le riserve dell'esecutore, sulle quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva in via amministrativa, se iscritte nel registro di contabilità e nel conto finale nei termini e nei modi stabiliti dall'allegato II.14 del codice.

Le operazioni di collaudo terminano con l'emissione del certificato di collaudo attestante la collaudabilità dell'opera che, in alcuni casi, può essere sostituito dal certificato di regolare esecuzione rilasciato dal direttoredei lavori.

Collaudo tecnico - amministrativo

In primo luogo, il RUP trasmette all'organo di collaudo, in formato cartaceo o digitale:

- copia conforme del contratto d'appalto e dei documenti allegati, nonché il provvedimento diapprovazione del progetto;
- eventuali perizie di variante e suppletive, con le relative approvazioni intervenute e copia deirelativi atti di sottomissione o aggiuntivi;
- copia del programma di esecuzione dei lavori redatto dall'esecutore e relativi eventualiaggiornamenti approvati dal direttore dei lavori;
- verbale di consegna dei lavori;
- disposizioni del RUP e ordini di servizio e rapporti periodici emessi dal direttore dei lavori;
- eventuali verbali di sospensione e ripresa lavori;
- certificato di ultimazione lavori;
- originali di tutti i documenti contabili o giustificativi prescritti dall'allegato II.14 del codice;
- verbali di prova sui materiali, nonché le relative certificazioni di qualità;
- conto finale dei lavori;
- relazione del direttore dei lavori in accompagnamento al conto finale, relativa documentazioneallegata nonché l'esito dell'avviso ai creditori di cui all'articolo Conto finale - Avviso ai creditori;
- relazione del RUP sul conto finale;
- relazioni riservate sia del direttore dei lavori, che del RUP sulle eventuali riserve avanzatedall'esecutore dei lavori non definite in corso d'opera;
- certificati di cui all'art. 18 c. 22 dell'allegato II.12 del codice, limitatamente ai lavori relativi alla categoria OS 12-A;
- capitolato informativo, piano di gestione informativa, relazione specialistica sulla modellazione informativa che attesti il rispetto e l'adempimento di quanto prescritto nel capitolato informativo e nel piano di gestione informativa, modelli informativi aggiornati durante l'esecuzione dell'opera e corrispondenti a quanto

realizzato - nel caso in cui si utilizzano i metodi e gli strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, di cui all'art. 43 e all'allegato I.9 del codice;

L'organo di collaudo, dopo aver esaminato e verificato la completezza dei documenti acquisiti, comunica al RUP e al direttore dei lavori il giorno della visita di collaudo.

Il direttore dei lavori mette al corrente l'esecutore, il personale incaricato della sorveglianza e della contabilità dei lavori e, ove necessario, gli eventuali incaricati dell'assistenza giornaliera dei lavori, affinchéintervengano alla visita di collaudo.

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di presenziare alla visita di collaudo; mentre, se l'esecutore non si presenta, la visita di collaudo viene eseguita alla presenza di due testimoni estranei alla stazione appaltante e la relativa spesa è posta a carico dell'esecutore.

In ogni caso l'esecutore mette a disposizione dell'organo di collaudo, a propria cura e spese, gli operai e i mezzi d'opera necessari a eseguire le operazioni di riscontro, le esplorazioni, gli scandagli, gli esperimenti, compreso quanto necessario al collaudo statico.

Durante la visita di collaudo viene redatto apposito processo verbale, firmato dalle figure che hanno preso parte alla visita, in cui sono descritti:

- i rilievi fatti dall'organo di collaudo;
- le singole operazioni e le verifiche compiute;
- il numero e la profondità dei saggi effettuati e i risultati ottenuti - i punti di esecuzione dei saggisono riportati sui disegni di progetto o chiaramente individuati a verbale.
- Il processo verbale riporta le seguenti indicazioni:
- una sintetica descrizione dell'opera e della sua ubicazione;
- i principali estremi dell'appalto;
- gli estremi del provvedimento di nomina dell'organo di collaudo;
- il giorno della visita di collaudo;
- le generalità degli intervenuti alla visita e di coloro che, sebbene invitati, non sono intervenuti.
- Confronta i dati di fatto risultanti dal processo verbale di visita con i dati di progetto, delle varianti approvate e dei documenti contabili, e formula le proprie considerazioni sull'esecuzione dei lavori in rapporto alle prescrizioni contrattuali e alle disposizioni impartite dal direttore dei lavori. Al riguardo, tenendo conto anche dei pareri del RUP, valuta:
- se il lavoro è collaudabile;
- a quali condizioni e restrizioni si può collaudare;
- i provvedimenti da prendere se non è collaudabile;
- le modificazioni da introdursi nel conto finale;
- il credito o l'eventuale debito maturato dall'esecutore.

Esprime, inoltre, le proprie considerazioni sulle modalità di conduzione dei lavori da parte dell'esecutore e

del subappaltatore e redige apposita relazione riservata in cui espone il proprio parere sulle riserve e domande dell'esecutore e sulle eventuali penali per le quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva.
In caso di discordanza fra la contabilità e lo stato di fatto, l'organo di controllo accerta le cause e apporta le opportune rettifiche al conto finale.
Se le discordanze sono di notevole entità, l'organo di collaudo sospende le operazioni e ne riferisce al RUP presentandogli le sue proposte; il RUP trasmette alla stazione appaltante la relazione e le proposte dell'organodi collaudo.
Può capitare che l'organo di collaudo individui lavorazioni meritevoli di collaudo, ma non preventivamente autorizzate; in tal caso le ammette in contabilità solo se le ritiene indispensabili per l'esecuzione dell'opera e se l'importo totale dell'opera, compresi i lavori non autorizzati, non eccede i limiti delle spese approvate, e trasmette le proprie valutazioni alla stazione appaltante, che autorizza l'iscrizione delle lavorazioni ritenute indispensabili.
Al termine delle verifiche, l'organo di collaudo emette il certificato di collaudo non oltre 6 mesi dall'ultimazione dei lavori.
Il certificato di collaudo non viene emesso se l'organo di collaudo rileva difetti o mancanze di entità tale da rendere il lavoro assolutamente inaccettabile; in tal caso i lavori non sono collaudabili, l'organo di collaudo informa la stazione appaltante trasmettendo, tramite il RUP, processo verbale, nonché una relazione con le proposte dei provvedimenti.

CERTIFICATO DI COLLAUDO

Il certificato di collaudo contiene almeno le seguenti parti:

a) **INTESTAZIONE PRELIMINARE**, nella quale sono riportati:
2) il committente e la stazione appaltante;
3) l'individuazione dell'opera attraverso la descrizione dell'oggetto e della tipologia dell'intervento;
4) la località e la provincia interessate;
5) la data e l'importo del progetto, delle eventuali successive varianti e delle relative approvazioni;
6) le prestazioni, gli obiettivi e le caratteristiche tecniche, economiche e qualitative previste nelprogetto;
7) gli estremi del contratto e degli eventuali atti di sottomissione e atti aggiuntivi, nonché quelli deirispettivi provvedimenti approvativi;
8) l'indicazione dell'esecutore;
9) il nominativo del RUP;
10) il nominativo del direttore dei lavori e degli eventuali altri componenti l'ufficio di direzione lavori;
11) il nominativo del coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione;
12) l'importo contrattuale;
13) i nominativi dei componenti l'organo di collaudo e gli estremi del provvedimento di nomina;
b) **RELAZIONE GENERALE**, nella quale sono riportati in modo dettagliato:

2) descrizione generale delle caratteristiche dell'area di intervento;

3) descrizione dettagliata dei lavori eseguiti;

4) quadro economico progettuale;

5) estremi del provvedimento di aggiudicazione dei lavori;

6) estremi del contratto;

7) consegna e durata dei lavori;

8) penale prevista per ritardata esecuzione;

9) quadro economico riformulato dopo l'aggiudicazione dei lavori;

10) perizie di variante;

11) spesa autorizzata;

12) lavori complementari;

13) sospensioni e riprese dei lavori;

14) proroghe;

15) scadenza definitiva del tempo utile;

16) ultimazione dei lavori;

17) verbali nuovi prezzi;

18) subappalti;

19) penali applicate e relative motivazioni;

20) prestazioni in economia;

21) riserve dell'esecutore;

22) danni causati da forza maggiore;

23) infortuni in corso d'opera;

24) avviso ai creditori;

25) stati di avanzamento lavori emessi;

26) certificati di pagamento;

27) andamento dei lavori;

28) data e importi riportati nel conto finale;

29) posizione dell'esecutore e dei subappaltatori nei riguardi degli adempimenti assicurativi eprevidenziali;

30) quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 e all'allegato I.9 delcodice, il controllo della modellazione informativa e l'attestazione del recepimento degliadempimenti del capitolato informativo e del piano di gestione informativa;

c) **VISITA DI COLLAUDO - CONTROLLI**, contenente:

1) verbale della visita di collaudo, ovvero, se questo costituisce un documento a parte allegato alcertificato, un accurato riepilogo di quanto riscontrato;

2) richiamo a tutti gli eventuali controlli effettuati e all'esito della stessa;

d) **CERTIFICATO DI COLLAUDO**, nel quale:

1) si prende atto dello svolgimento dei lavori come descritto alle lettere b) e c);
2) si dichiarano collaudabili i lavori eseguiti, se sussistono le relative condizioni, ovvero non collaudabili, laddove sussistano criticità tali da non consentire la piena funzionalità dell'opera percome progettata e non sia possibile porvi rimedio con idonei interventi;
3) si certifica l'esecuzione dei lavori, con le eventuali prescrizioni, salvo parere di non collaudabilità;
4) si liquida l'importo dovuto all'esecutore se in credito, ovvero, se in debito, si determina la somma da porsi a carico dell'esecutore e da riconoscere alla stazione appaltante per le spese dipendenti dalla esecuzione d'ufficio in danno o per altro titolo ivi comprese le somme da rimborsare alla stessa stazione appaltante per le spese sostenute per i propri addetti, qualora ilavori siano stati ultimati oltre il termine convenuto;
5) si certifica che in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative le opere realizzate rispettano le previsioni previste nel progetto e le pattuizioni contrattuali.

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo dopo 2 anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato.

Fanno eccezione i seguenti casi:

- durante la visita di collaudo si rilevano difetti o mancanze riguardo all'esecuzione dei lavori che non pregiudicano la stabilità dell'opera e la regolarità del servizio cui l'intervento è strumentale - l'organo di collaudo determina, nell'emissione del certificato, la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'esecutore.
- Durante la visita di collaudo si rilevano difetti o mancanze riguardo all'esecuzione dei lavori di scarsa entità e riparabili in breve tempo - l'organo di collaudo prescrive le specifiche lavorazioni da eseguire, assegnando all'esecutore un congruo termine per la loro realizzazione. Il certificato di collaudo non viene rilasciato finchè da apposita dichiarazione del direttore dei lavori, confermata dal RUP, risulti che l'esecutore abbia completamente e regolarmente eseguito le opportune lavorazioni, ferma restando la facoltà dell'organo di collaudo di procedere direttamente alla relativa verifica.
- Nel corso del biennio successivo all'emissione del certificato di collaudo, emergono vizi o difetti dell'opera - il RUP denuncia il vizio o il difetto e, sentiti il direttore dei lavori e l'organo di collaudo,accerta, in contraddittorio con l'esecutore, se sono causati da carenze nella realizzazione dell'opera. In tal caso propone alla stazione appaltante di fare eseguire dall'esecutore, o in suo danno, i necessari interventi. Durante il suddetto biennio l'esecutore è tenuto alla garanzia per le difformità e i vizi dell'opera, indipendentemente dalla intervenuta liquidazione del saldo.

Dopo aver emesso il certificato di collaudo provvisorio, l'organo di collaudo, per tramite del RUP, lo trasmette all'esecutore per la sua accettazione, il quale deve a sua volta sottoscriverlo entro 20 giorni. All'atto della firma l'esecutore può formulare e giustificare le proprie conclusioni rispetto alle operazioni di col-

laudo; contrariamente, se non sottoscrive il certificato di collaudo nel termine indicato, o lo sottoscrive senza formulare osservazioni o richieste, il certificato si intende definitivamente accettato

CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE

Il certificato di collaudo tecnico-amministrativo può essere sostituito dal certificato di regolare esecuzione per lavori di importo ≤ 1 milione di euro;

- per lavori di importo > 1 milione di euro e < alla soglia di rilevanza europea di euro 5.382.000, dicui all'art. 14 c. 1 lett. a) del codice, purchè non si tratti di una delle seguenti tipologie di opere ointerventi: opere di nuova realizzazione o esistenti, classificabili in classe d'uso III e IV ai sensi dellevigenti norme tecniche per le costruzioni, a eccezione dei lavori di manutenzione;
- opere e lavori di natura prevalentemente strutturale quando questi si discostino dalle usuali tipologie o per la loro particolare complessità strutturale richiedano più articolatecalcolazioni e verifiche;
- lavori di miglioramento o adeguamento sismico;
- opere di cui al Libro IV, Parte II, Titolo IV, Parte III, Parte IV e Parte VI del codice;
- opere e lavori nei quali il RUP svolge anche le funzioni di progettista o direttore dei lavori.

Il certificato di regolare esecuzione è emesso dal direttore dei lavori entro 3 mesi dalla data di ultimazione dei lavori e contiene almeno i seguenti elementi:

a) estremi del contratto e degli eventuali atti aggiuntivi;
b) indicazione dell'esecutore;
c) nominativo del direttore dei lavori;
d) tempo prescritto per l'esecuzione delle prestazioni e date delle attività di effettiva esecuzionedelle prestazioni;
e) importo totale, ovvero importo a saldo da pagare all'esecutore;
f) certificazione di regolare esecuzione.

A seguito dell'emissione, viene immediatamente trasmesso al RUP che ne prende atto e ne conferma la completezza.

Art. 2.21

ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE RESPONSABILITA' DELL'APPALTATORE

Sono a carico dell'appaltatore, gli oneri e gli obblighi di cui al d.m. 145/2000 Capitolato Generale d'Appalto, alla vigente normativa e al presente Capitolato Speciale d'Appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, agli obblighi in materia ambientale, sociale e del lavoro stabilitidalla normativa europea e nazionale, dai contratti collettivi o dalle disposizioni internazionali elencate

nell'allegato X alla direttiva 2014/24/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014; in particolare anche gli oneri di seguito elencati:

- la nomina, prima dell'inizio dei lavori, del Direttore tecnico di cantiere, che dovrà essere professionalmente abilitato ed iscritto all'albo professionale e dovrà fornire alla Direzione dei Lavori apposita dichiarazione di accettazione dell'incarico del Direttore tecnico di cantiere;
- la recinzione del cantiere con solido steccato in materiale idoneo, secondo le prescrizioni del Piano di Sicurezza ovvero della Direzione dei Lavori, nonché la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaiamento ove possibile e la sistemazione dei suoi percorsi in modo da renderne sicuri il transitoe la circolazione dei veicoli e delle persone;
- la sorveglianza sia di giorno che di notte del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutti i beni di proprietà della stazione appaltante e delle piantagioni consegnate all'Appaltatore. Per lacustodia di cantieri allestiti per la realizzazione di opere pubbliche, l'appaltatore dovrà servirsi di personale addetto con la qualifica di guardia giurata;
- la costruzione, entro la recinzione del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei Lavori, di locali ad uso ufficio del personale, della Direzione ed assistenza, sufficientemente arredati, illuminati e riscaldati, compresa la relativa manutenzione. Tali locali dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici con relativi impianti di scarico funzionanti;
- la fornitura e manutenzione di cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro venisse particolarmente indicato dalla Direzione dei Lavori o dal Coordinatore in fasedi esecuzione, allo scopo di migliorare la sicurezza del cantiere;
- il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati latistanti le opere da eseguire;
- la fornitura di acqua potabile per il cantiere;
- l'osservanza delle norme, leggi e decreti vigenti, relative alle varie assicurazioni degli operai perprevidenza, prevenzione infortuni e assistenza sanitaria che potranno intervenire in corso di appalto;
- la comunicazione all'Ufficio da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della manodopera;
- l'osservanza delle norme contenute nelle vigenti disposizioni sulla polizia mineraria di cui al d.P.R. 128/59 e s.m.i.;
- le spese per la realizzazione di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numeroindicato dalla Direzione dei Lavori;
- l'assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti;
- il pagamento delle tasse e di altri oneri per concessioni comunali (titoli abilitativi per la costruzione, l'occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e

futura inerente i materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per gli allacciamenti e gli scarichi;

- la pulizia quotidiana dei locali in costruzione e delle vie di transito del cantiere, col personale necessario, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- il libero accesso ed il transito nel cantiere e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle personeaddette ed a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori per conto diretto della stazioneappaltante;
- l'uso gratuito parziale o totale, a richiesta della Direzione dei Lavori, da parte di dette imprese o persone,dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, ed apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori;
- il ricevimento, lo scarico ed il trasporto in cantiere e nei luoghi di deposito o a piè d'opera, a sua curae spese, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto della stazione appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenzafossero apportati a tali materiali e manufatti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'appaltatore;
- la predisposizione, prima dell'inizio dei lavori, del piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratoridi cui all'art. 119 c. 11 del d.lgs. 36/2023;
- l'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nel d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. e di tutte le norme in vigorein materia di sicurezza;
- il consenso all'uso anticipato delle opere qualora venisse richiesto dalla Direzione dei Lavori, senza chel'appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Egli potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potrebbero derivarne dall'uso;
- la fornitura e posa in opera nel cantiere, a sua cura e spese, delle apposite tabelle indicative dei lavori,anche ai sensi di quanto previsto dall'art. 119 c. 13 del d.lgs. 36/2023; la trasmissione alla stazione appaltante, a sua cura e spese, degli eventuali contratti di subappalto che dovessero stipulare, almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, ai sensi dell'art. 119 c. 5 del d.lgs. 36/2023. La disposizione si applica anche ai noli a caldoed ai contratti similari;
- la disciplina e il buon ordine dei cantieri. L'appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordinenel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore. In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore an-

che in rapporto a quelle degli altri soggettioperanti nel cantiere. La Direzione dei Lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperiziao dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'amministrazione committente per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e nell'eventuale compenso di cui all'articolo "Ammontare dell'Appalto" del presente Capitolato. Detto eventuale compenso è fisso ed invariabile, essendo soggetto soltanto alla riduzione relativa all'offerto ribasso contrattuale.

Si evidenzia infine che, le amministrazioni titolari delle misure sono responsabili del raggiungimento di traguardi intermedi e finali (milestone e target), mentre i soggetti attuatori, hanno la responsabilità di realizzare le opere nel rispetto del principio del DNSH e della normativa PNRR.

Nel caso in cui l'amministrazione attuatrice non raggiunga i milestone e target finali previsti dal PNRR per l'attuazione degli interventi ad essa affidati, l'Amministrazione centrale titolare di interventi PNRR revoca i contributi previsti per il loro finanziamento riassegnando le pertinenti risorse con le modalità previste dalla legislazione vigente.

L'Appaltatore, pertanto, dovrà garantire che la propria attività sia realizzata nel rispetto del tagging ambientale.

Di conseguenza dovrà rispettare i seguenti obblighi:

- dimostrare il raggiungimento dei target e delle milestone;
- rispettare gli obblighi relativi al DNSH;
- produrre nel sistema informatico documentazione pertinente e provante il rispetto del Principio delDNSH (documentazione che sarà oggetto di verifica da parte di questa Stazione Appaltante);
- rispettare gli obblighi in materia contabile conformemente a quanto previsto dalla **Circolare del Ministero dell'Economia e delle Finanze, n. 9 del 10 febbraio 2022**.

L'Appaltatore si obbliga a garantire il trattamento dei dati acquisiti in merito alle opere appaltate, in conformità a quanto previsto dal Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 "REGOLAMENTO GENERALE SULLA PROTEZIONE DEI DATI" e dal D.Lgs. 30 giugno 2003, n. 196 "Codice in materia di protezione dei dati personali" e s.m.i.

Art. 2.22

CARTELLI ALL'ESTERNO DEL CANTIERE

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire in opera a sua cura e spese e di esporre all'esterno del cantiere, come dispone la Circolare Min. LL.PP. 1 giugno 1990, n. 1729/UL, due cartelli di dimensioni non inferiori a m. 1,00 (larghezza) per m. 2,00 (altezza) in cui devono essere indicati la stazione appaltante, l'oggetto dei lavori, i

nominativi dell'Impresa, del Progettista, della Direzione dei Lavori e dell'assistente ai lavori; in detti cartelli, aisensi dall'art. 119 c. 13 del d.lgs. 36/2023, sono indicati, altresì, i nominativi di tutte le imprese subappaltatricinonché tutti i dati richiesti dalle vigenti normative nazionali e locali.

Art. 2.23

PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI ESCAVAZIONE E DI DEMOLIZIONE

In attuazione dell'art. 36 del Capitolato generale d'appalto d.m. 145/2000, i materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della stazione appaltanteL'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel sito di stoccaggio indicato dalla stazione appaltante intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.
Qualora detti materiali siano ceduti all'appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi di contratto.

Art. 2.24

RINVENIMENTI

Nel caso la verifica preventiva di interesse archeologico, di cui all'allegato I.8 del d.lgs. 36/2023, risultasse negativa, al successivo eventuale rinvenimento di tutti gli oggetti di pregio intrinseco ed archeologico esistentinelle demolizioni, negli scavi e comunque nella zona dei lavori, si applica l'art. 35 del Capitolato generale d'appalto (d.m. 145/2000); essi spettano di pieno diritto alla stazione appaltante, salvo quanto su di essi possacompetere allo Stato. L'appaltatore dovrà dare immediato avviso dei loro rinvenimento, quindi depositarli negli uffici della Direzione dei Lavori, ovvero nel sito da questi indicato, che redige regolare verbale in proposito datrasmettere alle competenti autorità.
L'appaltatore ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che sono state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.
L'appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della stazione appaltante.
Per quanto detto, però, non saranno pregiudicati i diritti spettanti per legge agli autori della scoperta.

Art. 2.25

BREVETTI DI INVENZIONE

I requisiti tecnici e funzionali dei lavori da eseguire possono riferirsi anche allo specifico processo di produ-

zione o di esecuzione dei lavori, a condizione che siano collegati all'oggetto del contratto e commisurati al valore e agli obiettivi dello stesso. A meno che non siano giustificati dall'oggetto del contratto, i requisiti tecnici e funzionali non fanno riferimento a una fabbricazione o provenienza determinata o a un procedimento particolare dei prodotti o dei servizi forniti da un determinato operatore economico, né a marchi, brevetti, tipio a una produzione specifica che avrebbero come effetto quello di favorire o eliminare talune imprese o taluniprodotti. Tale riferimento è autorizzato, in via eccezionale, nel caso in cui una descrizione sufficientemente precisa e intelligibile dell'oggetto del contratto non è possibile: un siffatto riferimento sarà accompagnato dall'espressione «o equivalente».

Nel caso la stazione appaltante prescriva l'impiego di disposizioni o sistemi protetti da brevetti d'invenzione, ovvero l'appaltatore vi ricorra di propria iniziativa con il consenso della Direzione dei Lavori, l'appaltatore devedimostrare di aver pagato i dovuti canoni e diritti e di aver adempiuto a tutti i relativi obblighi di legge.

Art. 2.26

GESTIONE DELLE CONTESTAZIONI E RISERVE

L'esecutore, è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.

Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, semprea pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole, nonché della sottoscrizione del certificato di collaudo mediante precisa esplicitazione delle contestazioni circa le relative operazioni. Il registro di contabilità è sottoposto all'esecutore per la sua sottoscrizione in occasione di ogni SAL.

Le riserve sono formulate in modo specifico ed indicano con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano.

In particolare, le riserve contengono a pena di inammissibilità:

- la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute;
- l'indicazione degli ordini di servizi, emanati dal direttore dei lavori, che abbiano inciso sulle modalità di esecuzione dell'appalto;
- le contestazioni relative all'esattezza tecnica delle modalità costruttive previste dal capitolato speciale d'appalto o dal progetto esecutivo;
- le contestazioni relative alla difformità rispetto al contratto delle disposizioni e delle istruzionirelative agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto;
- le contestazioni relative alle disposizioni e istruzioni del direttore dei lavori che potrebbero comportare la responsabilità dell'appaltatore o che potrebbero determinare vizi o difformità esecutive dell'appalto.

L’esecutore, all’atto della firma del conto finale, da apporre entro il termine di 30 giorni dall’invito del RUP a prenderne cognizione, non può iscrivere domande diverse per oggetto o per importo da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e ha l’onere, a pena di decadenza, di confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili per le quali non siano intervenute procedure di carattere conciliativo.

Se l’esecutore non firma il conto finale nel termine di 30 giorni (art. 7, c. 4, allegato II.14, del d.lgs. 36/2023) o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende come definitivamente accettato.

Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono rinunciate.

Nel caso in cui l'esecutore, non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di 15 giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.

Se l'esecutore, ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della stessa, egli esplica, a pena di decadenza, nel termine di 15 giorni, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre di compenso cui crede aver diritto, e le ragioni di ciascuna domanda.

Il direttore dei lavori, nei successivi 15 giorni, espone nel registro le sue motivate deduzioni. Se il direttore dei lavori omette di motivare in modo esauriente le proprie deduzioni e non consente alla stazione appaltantedi ricevere le ragioni ostative al riconoscimento delle pretese dell'esecutore, incorre in responsabilità per le somme che, per tale negligenza, la stazione appaltante dovesse essere tenuta a sborsare.

Nel caso in cui l'esecutore non ha firmato il registro nel termine di cui sopra, oppure lo ha fatto, ma le riserve non sono state iscritte secondo le modalità sopra indicate, i dati registrati si intendono definitivamenteaccertati, e l'esecutore decade dal diritto di far valere le sue riserve o le domande che ad esse si riferiscono.

Accordo bonario

Qualora in seguito all’iscrizione di riserve sui documenti contabili, **l'importo economico dell'opera possa variare tra il 5 ed il 15% dell’importo contrattuale** si può procedere ad un accordo bonario.

Il procedimento dell'accordo bonario può essere reiterato quando le riserve iscritte, ulteriori e diverse rispetto a quelle già esaminate, raggiungono nuovamente l'importo di cui al periodo precedente, nell'ambito comunque di un limite massimo complessivo del 15% dell'importo del contratto.

Le domande che fanno valere pretese già oggetto di riserva non sono proposte per importi maggiori rispetto a quelli quantificati nelle riserve stesse. Non sono oggetto di riserva gli aspetti progettuali che siano stati oggetto di verifica ai sensi dell'art. 42, del codice.

Prima dell’approvazione del certificato di collaudo ovvero del certificato di regolare esecuzione, qualunque sia l’importo delle riserve, il RUP attiva l’accordo bonario per la risoluzione delle riserve e valuta l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve ai fini dell'effettivo raggiungimento del limite di valore

15% del contratto.

Il direttore dei lavori dà immediata comunicazione al RUP delle riserve, trasmettendo nel più breve tempo possibile una propria relazione riservata.

Il RUP valuta l'ammissibilità e la non manifesta infondatezza delle riserve ai fini dell'effettivo raggiungimento del limite dell'importo sopra riportato.

Entro 15 giorni dalla data di comunicazione il RUP può richiedere alla Camera arbitrale l'indicazione di una lista di 5 esperti aventi competenza specifica in relazione all'oggetto del contratto dopo aver acquisito la relazione riservata del direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo. Il RUP e il soggetto che haformulato le riserve scelgono d'intesa l'esperto incaricato della formulazione della proposta motivata di accordo bonario, scegliendolo nell'ambito della lista. In caso di mancata intesa tra il RUP e il soggetto che ha formulatole riserve, entro 15 giorni dalla trasmissione della lista l'esperto è nominato dalla Camera arbitrale che ne fissa anche il compenso, prendendo come riferimento i limiti stabiliti dall'allegato V.1 - Compensi degli arbitri - delcodice. La proposta è formulata dall'esperto entro 90 giorni dalla nomina. Qualora il RUP non richieda la nominadell'esperto, la proposta è formulata da quest'ultimo entro 90 giorni dalla data di comunicazione.

L'esperto, qualora nominato, ovvero il RUP:

- verifica le riserve in contraddittorio con il soggetto che le ha formulate;
- effettua eventuali ulteriori audizioni;
- istruisce la questione con la raccolta di dati e informazioni e con l'acquisizione di eventuali altripareri;
- formula, verificata la disponibilità di idonee risorse economiche, una proposta di accordo bonario, che è trasmessa al dirigente competente della stazione appaltante e al soggetto che ha formulato le riserve.

Se la proposta è accettata dalle parti, entro 45 giorni dal suo ricevimento, l'accordo bonario è concluso e viene redatto verbale sottoscritto dalle parti. L'accordo ha natura di transazione. Sulla somma riconosciuta in sede di accordo bonario sono dovuti gli interessi al tasso legale a partire dal 60esimo giorno successivo alla accettazione dell'accordo bonario da parte della stazione appaltante. In caso di rifiuto della proposta da partedel soggetto che ha formulato le riserve ovvero di inutile decorso del termine possono essere aditi gli arbitri o il giudice ordinario.

Arbitrato

Le controversie su diritti soggettivi, derivanti dall'esecuzione dei contratto comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario, possono essere deferite ad arbitri.

La stazione appaltante indica nel bando (nell'avviso, nell'invito) che all'interno del contratto sia inserita la clausola compromissoria. In questi casi, l'appaltatore può rifiutare la clausola compromissoria, che in tale caso non sarà inserita nel contratto, comunicandolo alla stazione appaltante entro 20 (venti) giorni dalla conoscenzadell'aggiudicazione. È nella facoltà delle parti di compromettere la lite in arbitrato nel corso dell'esecuzione del contratto.

La clausola compromissoria è inserita previa autorizzazione motivata dell'organo di governo dellaamministrazione aggiudicatrice. È nulla la clausola inserita senza autorizzazione.
Ciascuna delle parti, nella domanda di arbitrato o nell'atto di resistenza alla domanda, designa l'arbitro di propria competenza scelto tra soggetti di provata esperienza e indipendenza nella materia oggetto del contratto cui l'arbitrato si riferisce. Il Presidente del collegio arbitrale viene designato dalla Camera arbitrale tra i soggetti iscritti all'albo in possesso di particolare esperienza nella materia e di provata indipendenza.
La nomina degli arbitri per la risoluzione delle controversie nelle quali è parte una pubblica amministrazione avviene nel rispetto dei principi di pubblicità e di rotazione, oltre che delle disposizioni del codice.
La nomina del collegio arbitrale effettuata in violazione della vigente normativa, determina la nullità del lodo.
Per la nomina del collegio arbitrale, la domanda di arbitrato, l'atto di resistenza ed eventuali contro deduzioni sono trasmessi alla Camera arbitrale. Sono, altresì, trasmesse le designazioni di parte. Contestualmente alla nomina del Presidente, la Camera arbitrale comunica alle parti la misura e le modalità del deposito da effettuarsi in acconto del corrispettivo arbitrale. Il Presidente del collegio arbitrale nomina, se necessario, il segretario, anche scegliendolo tra il personale interno all'ANAC.
Le parti determinano la sede del collegio arbitrale; in mancanza di indicazione della sede del collegio arbitrale ovvero di accordo fra le parti, questa deve intendersi stabilita presso la sede della Camera arbitrale. I termini che gli arbitri hanno fissato alle parti per le loro allegazioni e istanze istruttorie sono considerati perentori solo se vi sia una previsione in tal senso nella convenzione di arbitrato o in un atto scritto separato o nel regolamento processuale che gli arbitri stessi si sono dati.
Il lodo si ha per pronunciato con l'ultima sottoscrizione e diviene efficace con il suo deposito presso la Camera arbitrale. Entro 15 giorni dalla pronuncia del lodo è corrisposta, a cura degli arbitri e a carico delle parti, una somma pari all'1 ‰ del valore della relativa controversia. Detto importo è direttamente versato all'ANAC.
Il deposito del lodo presso la Camera arbitrale precede quello da effettuarsi presso la cancelleria del tribunale. Il deposito del lodo presso la Camera arbitrale è effettuato, a cura del collegio arbitrale, in tanti originali quante sono le parti, oltre a uno per il fascicolo d'ufficio, oppure con modalità informatiche e telematiche determinate dall'ANAC.
Il lodo è impugnabile, oltre che per motivi di nullità, anche per violazione delle regole di diritto relative al merito della controversia. L'impugnazione è proposta nel termine di 90 giorni dalla notificazione del lodo e non è più proponibile dopo il decorso di 180 giorni dalla data del deposito del lodo presso la Camera arbitrale.
Le parti sono tenute solidalmente al pagamento del compenso dovuto agli arbitri e delle spese relative al collegio e al giudizio arbitrale, salvo rivalsa fra loro.

Collegio consultivo tecnico

Per prevenire le controversie o consentire la rapida risoluzione delle stesse o delle dispute tecniche di ogni natura che possano insorgere nell'esecuzione dei contratti, ciascuna parte può chiedere la costituzione di un collegio consultivo tecnico.

Per i lavori diretti alla realizzazione delle opere pubbliche di importo pari o superiore alle soglie di rilevanza europea e di forniture e servizi di importo pari o superiore a 1 milione di euro, la costituzione del collegio è obbligatoria. Il collegio consultivo tecnico esprime pareri o, in assenza di una espressa volontà contraria, adotta determinazioni aventi natura di lodo contrattuale ai sensi dell'art. 808-ter c.c. Se la pronuncia assume valore di lodo contrattuale, l'attività di mediazione e conciliazione è comunque finalizzata alla scelta della migliore soluzione per la celere esecuzione dell'opera a regola d'arte.

Il collegio consultivo tecnico è formato, a scelta della stazione appaltante, da 3 componenti, o 5 in caso di motivata complessità dell'opera e di eterogeneità delle professionalità richieste, dotati di esperienza e qualificazione professionale adeguata alla tipologia dell'opera, tra ingegneri, architetti, giuristi ed economisti con comprovata esperienza nel settore degli appalti delle concessioni e degli investimenti pubblici, anche in relazione allo specifico oggetto del contratto.

Il CCT si intende istituito al momento dell'accettazione dell'incarico da parte del presidente.

Nell'adozione delle proprie determinazioni, il collegio consultivo può operare anche in videoconferenza o con qualsiasi altro collegamento da remoto. Fermo quanto specificamente disposto nel verbale d'insediamento sulle modalità di svolgimento del contraddittorio, è comunque facoltà del Collegio procedere ad audizioni informali delle parti o convocare le parti per consentire l'esposizione in contraddittorio delle rispettive ragioni. Rimane comunque esclusa la possibilità di disporre consulenza tecnica d'ufficio.

L'inosservanza dei pareri o delle determinazioni del collegio consultivo tecnico viene valutata ai fini della responsabilità del soggetto agente per danno erariale e costituisce, salvo prova contraria, grave inadempimento degli obblighi contrattuali; l'osservanza delle determinazioni del collegio consultivo tecnico è causa di esclusione della responsabilità per danno erariale, salvo il dolo.

La possibilità che la pronuncia del collegio consultivo tecnico assuma natura di lodo contrattuale è esclusa nei casi in cui è richiesto il parere sulla sospensione coattiva e sulle modalità di prosecuzione dei lavori. Il parere obbligatorio può essere sostituito dalla determinazione avente natura di lodo contrattuale nell'ipotesi disospensione imposta da gravi ragioni di ordine tecnico ai sensi dell'articolo 216, c. 4 dell'opera. Salva diversa previsione di legge, le determinazioni del collegio consultivo tecnico sono adottate con atto sottoscritto dalla maggioranza dei componenti, entro il termine di 15 giorni decorrenti dalla data della comunicazione dei quesiti, se formulato congiuntamente dalle parti, ovvero dal momento in cui si è perfezionata la formulazione di più quesiti distintamente formulati dalle parti in ordine a una medesima questione. Le determinazioni possono essere rese con motivazione succinta, che può essere integrata nei successivi 15 giorni, sottoscritta dalla maggioranza dei componenti. In caso di particolari esigenze istruttorie le determinazioni possono essere adottate entro venti giorni dalla comunicazione dei quesiti. Le decisioni sono as-

sunte a maggioranza.

I componenti del collegio consultivo tecnico hanno diritto a un compenso a carico delle parti proporzionatoal valore dell'opera, al numero, alla qualità e alla tempestività delle determinazioni assunte.

Il collegio consultivo tecnico è sciolto al termine dell'esecuzione del contratto ovvero, nelle ipotesi in cui non ne è obbligatoria la costituzione, in data anteriore su accordo delle parti.

Art. 2.27

DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI E CLAUSOLE DI REVISIONE

Il prezzo a base di gara delle opere da realizzare è stato calcolato secondo quanto indicato nel computo metrico estimativo che comprende l'indicazione delle lavorazioni, le relative quantificazioni ed i relativi prezzi unitari.

I prezzi unitari in base ai quali sono pagati i lavori appaltati sono stati computati tenendo conto di risorse umane, attrezzature e prodotti impiegati nella realizzazione dell'opera:

- **risorsa umana**: fattore produttivo lavoro, come attività fisica o intellettuale dell'uomo -manodopera.I costi delle risorse umane sono costituiti dal costo del lavoro determinato annualmente dal Ministerodel lavoro e delle politiche sociali sulla base dei valori economici definiti dalla contrattazione collettiva nazionale tra le organizzazioni sindacali e le organizzazioni dei datori di lavoro comparativamente piùrappresentativi, delle norme in materia previdenziale ed assistenziale, dei diversi settori merceologici e delle differenti aree territoriali.
- **attrezzatura**: fattore produttivo capitale che include i beni strumentali, le macchine, i mezzi, i noli, i trasporti - noli e trasporti. Si distingue in nolo a freddo e nolo a caldo in funzione dei costi compresi in esso, secondo e seguenti definizioni:
  - **nolo a freddo**: il nolo a freddo del mezzo d'opera o dell'attrezzatura non comprende i costi della manodopera necessaria per il suo impiego, le spese per i materiali di consumo(carburanti, lubrificanti) e della normale manutenzione e le assicurazioni R.C.;
  - **nolo a caldo**: comprende i costi della manodopera necessaria per il suo impiego, lespese per i materiali di consumo (come i carburanti o i lubrificanti), la normale manutenzione e le assicurazioni R.C.;
- **prodotto**: risultato di un'attività produttiva dell'uomo, tecnicamente ed economicamente definita, per estensione anche eventuali materie prime impiegate direttamente nell'attività produttiva delle costruzioni. I costi dei prodotti comprendono gli oneri derivanti all'appaltatore dalla relativa forniturafranco cantiere, incluso il costo del trasporto.

I prezzi medesimi si intendono accettati dall'Appaltatore.

Il costo dei prodotti, delle attrezzature e delle lavorazioni viene determinato considerando i prezzi correnti alla data dell'approvazione del progetto, riportati nei prezzari predisposti dalle regioni.

I prezzari cessano di avere validità al 31 dicembre di ogni anno e possono essere transitoriamente utilizzatifino al 30 giugno dell'anno successivo per i progetti a base di gara la cui approvazione sia intervenuta entro tale data, ovvero:

- nel caso di un **progetto di fattibilità tecnica economica** da porre a base di gara, approvato entroil 30 giugno, per quantificare il limite di spesa è possibile utilizzare il prezzario vigente nell'anno precedente; dopo il 30 giugno si procede alla revisione del progetto utilizzando il prezzario vigente;
- nel caso di un **progetto esecutivo** da porre a base di gara, approvato entro il 30 giugno, si utilizza l'elenco dei prezzi approvato con il livello progettuale precedente; nel caso in cui siano necessari ulteriori prezzi, i medesimi possono essere dedotti dal prezzario vigente nell'anno precedente.

Disposizioni introdotte in via transitoria dalla L 197/2022 (Legge di Bilancio) per far fronte all'aumento del costo dei materiali da costruzione anche per l'anno 2023

Nei casi sopra riportati la Stazione appaltante riconosce tali maggiori importi, al netto dei ribassi d'asta formulati in sede di offerta e nella misura del 90 o 80 per cento e il relativo certificato di pagamento verrà emesso contestualmente entro 5 giorni dall'adozione del SAL. Il pagamento è effettuato utilizzando:

- risorse accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, nel limite del 50%;
- eventuali somme a disposizione della stazione appaltante e stanziate annualmente relativamenteallo stesso intervento;
- somme derivanti da ribassi d'asta qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla basedelle norme vigenti;
- somme relative ad altri interventi già ultimati e collaudati, nel rispetto delle procedure contabilidella spesa e nei limiti della relativa spesa autorizzata.
- Le compensazioni sono liquidate previa presentazione da parte **dell'appaltatore entro 60 giorni** dalla pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale del decreto MIMS, **di un'istanza di compensazione alla Stazione appaltante**, per i lavori eseguiti nel rispetto del cronoprogramma.
  - Il DL verificato il rispetto del cronoprogramma nell'esecuzione dei lavori e valutata la documentazione probante la maggiore onerosità subita dall'appaltatore riconosce la compensazione così come segue:
- se la maggiore onerosità provata dall'appaltatore è relativa ad una **variazione percentuale inferiore a quella riportata nel decreto MIMS, la compensazione viene riconosciuta limitatamente alla predetta inferiore variazione e per la sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza**;
- se la maggiore onerosità provata dall'appaltatore è relativa ad una **variazione percentuale superiore a quella riportata nel decreto MIMS, la compensazione viene riconosciuta perla sola parte eccedente il 5% e in misura pari all'80% di detta eccedenza.**

La compensazione non è soggetta al ribasso d'asta ed è al netto delle eventuali compensazioni precedentemente accordate, inoltre, restano esclusi dalla stessa i lavori contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta.

Art. 2.28

CLAUSOLE DI REVISIONE DEI PREZZI

La Stazione appaltante può dar luogo ad una revisione dei prezzi ai sensi dell'art. 60 del d.lgs. 36/2023.
Qualora nel corso dell'esecuzione del contratto d'appalto, i prezzi dei materiali da costruzione subiscano delle variazioni in aumento o in diminuzione, tali da determinare un aumento o una diminuzione dei prezzi unitari utilizzati, l'appaltatore avrà diritto ad un adeguamento compensativo.
Per i contratti relativi ai lavori, nel caso in cui si verificano particolari condizioni di natura oggettiva tali da determinare una variazione del costo dell'opera, in aumento o in diminuzione, superiore al **5%** rispetto al prezzo dell'importo complessivo, si da luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale**eccedente il 5% e comunque in misura pari all'80% di detta eccedenza.**
La compensazione è determinata considerando gli indici sintetici di costo di costruzione elaborati dall'ISTAT. Le variazioni sono valutate in base ai prezzi di contratto ai sensi dell'allegato II.14 art. 5 c.7 e 8, tuttavia, se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali sono valutati:

- desumendoli dai prezzari di cui all'art. 41 del codice, ove esistenti;
- ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzielementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, e approvati dal RUP.

Qualora dai calcoli effettuati risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi, prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori, sono approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.
Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessinella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.
Per far fronte ai maggiori oneri derivanti dalla revisione prezzi di cui al presente articolo le stazioni appaltanti utilizzano:

- nel limite del 50%, le risorse appositamente accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, e le eventuali ulteriori somme a disposizione della medesima stazione appaltante e stanziate annualmente relativamente allo stesso inter-

vento;

- le somme derivanti da ribassi d'asta, se non ne è prevista una diversa destinazione dalle norme vigenti;
- le somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi o emessi i certificati di regolare esecuzione, nel rispetto delle procedure contabili della spesa e nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile.

Art. 2.29

OSSERVANZA REGOLAMENTO UE SUI MATERIALI

La progettazione, i materiali prescritti e utilizzati nell'opera dovranno essere conformi sia alla direttiva del Parlamento Europeo UE n. 305/2011 sia a quelle del Consiglio dei LL.PP. Le nuove regole sulla armonizzazionee la commercializzazione dei prodotti da costruzione sono contenute nel Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106, riguardante il “Regolamento dei prodotti da costruzione”.
L'appaltatore, il progettista, il direttore dei lavori, il direttore dell’esecuzione o il collaudatore, ognuno secondo la propria sfera d'azione e competenza, saranno tenuti a rispettare l’obbligo di impiego di prodotti da costruzione di cui al citato Regolamento UE.
Anche qualora il progettista avesse per errore prescritto prodotti non conformi alla norma, rendendosi soggetto alle sanzioni previste dal D.lgs. 106/2017, l'appaltatore è tenuto a comunicare per iscritto alla Stazione appaltante ed al Direttore dei lavori il proprio dissenso in merito e ad astenersi dalla fornitura e/o messa in opera dei prodotti prescritti non conformi.
Particolare attenzione si dovrà prestare alle certificazioni del fabbricante all’origine, che, redigendo una apposita dichiarazione, dovrà attestare la prestazione del prodotto secondo le direttive comunitarie.

CAPITOLO 3

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 3.1 NORME GENERALI

Generalità

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni sene terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà contodi eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia,di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

Lavori in economia

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importodelle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

Contabilizzazione delle varianti

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede

di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

Rimozioni, demolizioni

Nei prezzi relativi a lavori che comportino demolizioni, anche parziali, deve intendersi sempre compensatoogni onere per il recupero del materiale riutilizzabile e per il carico e trasporto a rifiuto di quello non riutilizzabile.

Impianti elettrico

a) Canalizzazioni e cavi.

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti diterra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i pezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.
- I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivosviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati. Nei caviunipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
- I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresitutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.
- I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera,aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto. Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.
- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione. Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta; inquelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

- Apparecchiature in generale e quadri elettrici.
  - Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche,tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
  - I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie infunzione di:
    - superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
    - numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc. Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali,i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

a) il numero dei poli;
b) la tensione nominale;
c) la corrente nominale;
d) il potere di interruzione simmetrico;
e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre delquadro e quanto occorre per dare

l'interruttore funzionante.

- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in operal'apparecchiatura completa e funzionante.
- I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse lescatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione inmagazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutturedi calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porteascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di stratoisolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa inopera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

Le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolate in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

Manodopera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non soddisfino la Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera adisposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo prestabilito.

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a pie d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio di carri ed autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perdita di tempo.

Trasporti

I trasporti di terre o altro materiale sciolto verranno valutati in base al volume prima dello scavo, per le materie in cumulo prima del carico su mezzo, senza tener conto dell'aumento di volume all'atto dello scavo o del carico, oppure a peso con riferimento alla distanza. Qualora non sia diversamente precisato in contratto, sarà compreso il carico e lo scarico dei materiali ed ogni spesa per dare il mezzo di trasporto in piena efficienza.Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per materiali di consumo, il servizio del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

Art. 3.2 MATERIALI A PIÈ D'OPERA

Per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera, il prezzo a piè d'opera ed il suo accreditamento in contabilità prima della messa in opera è stabilito in misura non superiore alla metàdel prezzo stesso da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, al prezzo di progetto.

I prezzi per i materiali a piè d'opera si determineranno nei seguenti casi:

a) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzionedei Lavori, comprese le somministrazioni per lavori in economia, alla cui esecuzione provvede direttamente la Stazione Appaltante;

b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;

c) alla valutazione del materiale per l'accreditamento del loro importo nei pagamenti in acconto;

d) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Stazione Appaltante quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo diimpiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

NORME TECNICHE

CAPO - 10 - Movimenti di terra e Demolizioni

Indice generale

CAPO - 1 - IT.PRL.05.13 - Rev. 2.0 - Movimenti di terra e Demolizioni 1
1.1 - PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI 2
1.2 - A.01 SCAVI 3
1.2.1 - SCOTICO 3
1.2.2 - SCAVI DI SBANCAMENTO 3
1.2.2.1 - Descrizione 4
1.2.2.2 - Modalità esecutive 4
1.2.3 - SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE IN TRINCEA 5
1.3 - RILEVATI 6
1.3.1 - SCOTICO 6
1.3.2 - BONIFICA 6
1.3.2.1 - Descrizione 6
1.3.2.2 - Modalità esecutive 6
1.3.3 - STRATO ANTICAPILLARE 8
1.3.3.1 - Strato granulare anticapillare 9
1.3.3.2 - Geocomposito drenante 9
1.3.4 - GEOSINTETICI PER RINFORZO DEL PIANO DI POSA 9
1.3.5 - RILEVATI TRADIZIONALI 10
1.3.5.1 - Descrizione 10
1.3.5.2 - Modalità esecutive 10
1.3.5.3 - Stesa dei materiali 12
1.3.5.4 - Condizioni climatiche 13
1.3.6 - RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA CON LEGANTI 13
1.3.6.1 - Terra stabilizzata a calce 13
1.3.6.2 - Terra stabilizzata a cemento 15
1.3.6.3 - Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo) 16
1.3.6.4 - Resistenza al gelo 17
1.3.6.5 - Modalità di lavorazione 17
1.3.7 - SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE IN RILEVATO 18
1.3.8 - RILEVATI IN TERRA RINFORZATA 18
1.3.8.1 - Descrizione e materiali 18
1.3.8.2 - Modalità esecutive – Compattazione 20
1.3.9 - RILEVATI ALLEGGERITI 20
1.3.9.1 - Rilevati in argilla espansa 20

1.3.9.1.1 - Rilevato in argilla espansa e misto granulare....20
1.3.9.1.2 - Rilevati in sola Argilla espansa....21
1.3.9.2 - Rilevati in EPS (Polistirene Espanso Sinterizzato)....22
1.3.10 - RILEVATI SOTTOFONDATI SU PALI....22
1.3.10.1 - Descrizione....22
1.4 - DRENI....22
1.4.1 - DRENI PREFABBRICATI....23
1.4.1.1 - Descrizione....23
1.4.1.2 - Modalità esecutive....23
1.4.2 - DRENI IN GHIAIA....24
1.4.2.1 - Descrizione....24
1.4.3 - DRENI IN SABBIA....24
1.4.3.1 - Descrizione....24
1.4.3.2 - Modalità esecutive....25
1.4.3.2.1 - Rinterri....25
1.4.3.2.2 - Sistemazione superficiale....26
1.5 - A.03 DEMOLIZIONI....26
1.5.1 - PIANO DELLA DEMOLIZIONE....26
1.5.2 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE DEMOLIZIONI INTEGRALI O PARZIALI DI STRUTTURE COMPLESSE....27
1.5.3 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE IDRODEMOLIZIONI....27
1.5.4 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO....27
1.6 - CONTABILIZZAZIONE E MISURAZIONE....28
1.6.1 - SCAVI DI SBANCAMENTO....28
1.6.2 - PREPARAZIONE PIANO DI POSA DEI RILEVATI....29
1.6.3 - REALIZZAZIONE RILEVATI STRADALI....29
1.6.4 - STABILIZZAZIONE E SISTEMAZIONE DI TERRENI CON USO DI CALCE O CEMENTO....29
1.6.5 - REALIZZAZIONE DI DRENI IN SABBIA....29
1.6.6 - REALIZZAZIONE DI PANNELLI DRENANTI PREFABBRICATI....29
1.6.7 - FORNITURA E STESA DI TELI DI GEOTESSILE....29
1.6.8 - TRASPORTI A DISCARICA O DA CAVA DI PRESTITO....30
1.6.9 - DEMOLIZIONE DI MURATURE....30
1.6.10 - DEMOLIZIONE INTEGRALE DI FABBRICATI E DI STRUTTURE IN C.A. E C.A.P....30
1.6.11 - DEMOLIZIONE DI IMPALCATI IN C.A.P. O STRUTTURE SIMILARI IN C.A., SIA TOTALI CHE PARZIALI E/O A SEZIONE OBBLIGATA....30
1.6.12 - IDRODEMOLIZIONE E ASPORTAZIONE CORTICALE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO SULL'INTRADOSSO ED ESTRADOSSO DEGLI IMPALCATI, COMPRESE LE SUPERFICI VERTICALI DI SPALLE, PILE, PULVINI, MURI, ECC – PER UNO SPESSORE MEDIO FINO A 3 CM....30
1.6.13 - DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE....30
1.6.14 - DEMOLIZIONE E ASPORTAZIONE GIUNTI E DELLA PAVIMENTAZIONE IN CORRISPONDENZA DEI GIUNTI....31
1.6.15 - SPICCONATURA DI INTONACO....31
1.6.16 - RIMOZIONE E DEMOLIZIONE STRUTTURE IN ACCIAIO....31
1.7 - CONTROLLO....31
1.7.1 - DISPOSIZIONI GENERALI....31
1.7.2 - PROVE DI LABORATORIO....32
1.7.3 - PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA....32
1.7.4 - PROVE DI CONTROLLO SUL PIANO DI POSA....32

1.7.5 - CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI DA DEMOLIZIONE EDILE 34
1.7.5.1 - Prove di laboratorio 34
1.7.5.2 - Prove in sito 35
1.7.6 - CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI INDUSTRIALI - SCORIE 35
1.7.6.1 - Prove di laboratorio 35
1.7.6.2 - Prove in sito 35
1.7.7 - TELO GEOTESSILE “TESSUTO NON TESSUTO” 35
1.7.8 - CONTROLLO SCAVI 36
1.7.9 - CONTROLLO DRENI PREFABBRICATI 36
1.7.10 - CONTROLLO DRENI IN SABBIA 37
1.8 - NORMATIVE DI RIFERIMENTO 37

10.1 - PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

Il presente Capitolo contiene le prescrizioni, gli oneri di carattere generale, ed i controlli da eseguire, relativi alle lavorazioni di movimento terra e di demolizione inerenti il corpo stradale, con particolare riferimento a:

- Scavi;
- Rilevati;
- Cunette, fossi di guardia, inalveazioni, ecc.;
- Riempimenti e rinterri;
- Demolizioni di pavimentazioni stradali, fabbricati, murature di qualsiasi genere.

Non sono comprese nella presente sezione, in quanto inserite nei corrispondenti capitoli, le lavorazioni afferenti agli scavi di fondazione delle opere d’arte e delle gallerie, né alle opere minori di consolidamento, reti e protezioni.
Tutte le attività descritte, con particolare riferimento alla definizione delle quantità di scavo, alla stima, all’interno di queste, delle aliquote riutilizzabili nell’ambito dei lavori, al fabbisogno di materie per la formazione dei rilevati e, infine, delle rimanenti quantità di scarto, da conferire in idonei siti di deposito definitivo, sono definite in sede di progettazione definitiva ed esecutiva nell’ambito della “Relazione del Piano di Gestione Materie”, parte integrante degli elaborati progettuali.
Con riferimento alle demolizioni, le attività da eseguirsi dovranno essere descritte nel “Piano della demolizione” da redigere a cura dell’impresa appaltatrice.

10.2 - A.01 SCAVI

10.2.1 - SCOTICO

- “Scavo di sbancamento in materie di qualsiasi natura”

Lo scotico consiste, negli scavi in trincea, nella rimozione ed asportazione del suolo, del terreno vegetale di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua, nella rimozione ed asportazione di erba, radici, cespugli, piante e alberi, da effettuarsi preventivamente a tutte le lavorazioni di scavo, avendo cura di rimuovere completamente tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.
Il materiale vegetale scavato, se ritenuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, e nei quantitativi già stabiliti nel Progetto Esecutivo (Relazione del Piano di Gestione Materie), potrà essere accantonato per essere successivamente utilizzato per il rivestimento delle scarpate; altrimenti esso dovrà
essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
Lo scotico, laddove realizzato propedeuticamente alla preparazione del piano di posa di rilevati prevede, oltre alle operazioni sopra descritte, il costipamento del fondo scavo ed il riempimento con materiali idonei. Tali operazioni vengono dettagliatamente descritte al successivo paragrafo 10.3 - - RILEVATI.
La larghezza dello scotico ha l’estensione dell’intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni previste nel Progetto Esecutivo, o impartite dalla D.L., in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scotico è stabilito fino alla profondità di cm 20 al di sotto del piano campagna.

10.2.2 - SCAVI DI SBANCAMENTO

- "Scavo di sbancamento in terre e rocce tenere"
- "Scavo di sbancamento in rocce di media resistenza on demolizione meccanica (martellone)"
- "Scavo di sbancamento in roccia di elevata resistenza - di cubatura superiore a mc 1.00"
- "Scavo di sbancamento in roccia di elevata resistenza - con microcariche"
- "Scavo di sbancamento in roccia di elevata resistenza - con demolizione meccanica (martellone)"
- "Scavo di sbancamento in roccia di elevata resistenza - senza mine con disgreganti"
- "Scavo a sezione ristretta per trincee, bonifiche, drenaggi e sondaggi"
- "Scavo continuo a campione a cielo aperto"
- "Sovraprezzo scavo continuo a campione a cielo aperto"
- "Sovraprezzo per trasporto a discarica e/o da cava di prestito oltre 5 km"
- "Compattazione del piano di posa nei tratti in trincea - su terreni appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3"
- "Compattazione del piano di posa nei tratti in trincea - su terreni appartenenti ai gruppi A4, A2-6, A2-7, A5"

10.2.2.1 - Descrizione

Riguardano gli scavi inerenti il corpo stradale e comprendono i movimenti terra di grande entità, eseguiti generalmente all'aperto, senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

10.2.2.2 - Modalità esecutive

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi o, laddove previsto in progetto al fine di contenere il disturbo da vibrazioni, di materiali espansivi.
Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni di seguito elencate, assumendosene l'onere:

- Profilare le scarpate, rifinire il fondo e le pareti degli scavi secondo le indicazioni ed i disegni di Progetto Esecutivo. Qualora il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa provvederà a compattarlo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (UNI EN 13286).
- Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche.
- Recintare e apporre sistemi di segnaletica, diurna e notturna, intorno alle aree di scavo.
- Provvedere, a proprie cure, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbatacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo con quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).
- Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, ecc.) ad evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura, inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.
- Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti. In caso d'inosservanza a tale norma la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:

- il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità;
- la fornitura di polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc;
- mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti;
- il coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali;
- il monitoraggio vibrazionale ed acustico, finalizzato a non recare disturbo alle aree circostanti, secondo norma DIN 4150-3, effettuato a cura ed oneri dell'impresa.

I materiali provenienti dagli scavi, in relazione alle loro caratteristiche geotecniche, dovranno essere preferibilmente reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra nell'ambito del medesimo cantiere. L'aliquota di riutilizzo, per ciascun tratto in scavo individuato e per ogni formazione geologica interessata, verrà puntualmente definita in sede di Progetto Esecutivo (Relazione del Piano di Gestione Materie), accertata e verificata nel corso dei lavori, sulla base dell'esito di prove di idoneità, eseguite sotto il controllo della D.L..
Tab.1 Prove di idoneità sui materiali di scavo

Tipo di prova	Obiettivo
Classificazione stradale (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285)	Appartenenza a gruppi idonei al riutilizzo
AASHO mod.	Definizione delle modalità ottimali di costipamento

I materiali ritenuti idonei, nelle quantità e con le modalità descritte in Progetto Esecutivo, nella Relazione del Piano di Gestione Materie, dovranno essere trasportati, a cura dell'Impresa, nelle corrispondenti tratte di previsto reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito temporaneo.
Laddove necessario, questi materiali saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, con oneri già remunerati con i prezzi di scavo di elenco.
I materiali che, invece, in fase progettuale risultassero non idonei al reimpiego, come formalmente verificato dalla D.L., dovranno essere trasportati a cura dell'Impresa, e conferite, o disposte, nelle aree di deposito definitivo indicate nel Progetto Esecutivo.
Classificazione dei materiali di scavo
Lo scavo in roccia è comprensivo degli oneri necessari alla riduzione granulometrica del materiale alle dimensioni, e nelle proporzioni, idonee a consentire la sistemazione in rilevato, di seguito descritte (paragrafo 10.3.5 - - RILEVATI TRADIZIONALI).
L'utilizzo, per l'abbattimento di roccia di cui alla cat. A di materiali espandenti, dovrà essere previsto in progetto, limitatamente a quelle aree per le quali si renda necessario contenere il disturbo arrecato dalle vibrazioni nei riguardi di beni o edifici sensibili.
Ai fini della corretta definizione delle lavorazioni i materiali di scavo, con riferimento ai valori di resistenza a compressione uniassiale del materiale (UCS) deducibile dalle corrispondenti prove di laboratorio, vengono classificati, in fase di Progetto Esecutivo, come di seguito, definendone le relative categorie e quantità.
Tab.2 Classificazione dei materiali di scavo

Categoria Materiali di scavo		UCS (MPa)
A	**Roccia da mina**	**≥ 30 MPa**
B	Roccia di media resistenza (martellone)	10÷30 MPa
C	Terre e roccia tenera	< 10 MPa

La correttezza applicazione di tale classificazione alle diverse tratte del tracciato, nelle proporzioni definite nel Progetto Esercutivo verrà, quindi, verificata in corso d'opera, in contraddittorio con la D.L.

10.2.3 - SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE IN TRINCEA

- "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - fornito dall'Impresa"
- "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - da depositi dell'Amministrazione"
- "Geostuoia per il controllo dell'erosione su scarpate"
- "Grigliato in elementi di cemento vibrato per copertura scarpate"
- "Rivestimento scarpate a grigliato in geotessile interrato"
- "Rivestimento di scarpate aride o rocciose con geocelle in materiale sintetico"

La profilatura delle scarpate nei tratti in trincea corrisponderà alla configurazione geometrica stabilita in Progetto Esecutivo, sulla base delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti e delle corrispondenti verifiche geotecniche.

Le scarpate potranno essere ricoperte, in funzione della litologia e della pendenza e, comunque, secondo le previsioni di Progetto Esecutivo, da uno strato di terreno e di idonea copertura vegetale. Il terreno vegetale dovrà essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto
erboso, seminato tempestivamente, con essenze corrispondenti a quelle previste in Progetto Esecutivo, scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.
La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.
Laddove, sulla base delle caratteristiche litologiche (presenza di terreni granulari sciolti o facilmente erodibili, di terreni coesivi alterati o soggetti ad erosione accelerata – di tipo calanchivo o simile) sia prevista una propensione delle scarpate ad essere soggette a processi erosivi, il Progetto Esecutivo prevedrà le necessarie misure, basate su tecniche di protezione antierosiva (georeti tridimensionali, geostuoie/biostuoie semplici od accoppiate a reti, geocelle e simili).
Qualora lungo le scarpate dovessero manifestarsi erosioni od ammaloramenti, dovuti ad imperizia o a negligenze dell'impresa, questa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite dalla D.L..
Qualora le particolari caratteristiche geologico-litologiche e climatiche (con eventuale rischio per la circolazione stradale di colate di fango rapide) richiedano un rapido e duraturo inerbimento delle scarpate, il Progetto Esecutivo potrà prevedere l'inerbimento mediante sistemi alternativi ai tradizionali, basati su un più rapido e profondo radicamento.

10.3 - RILEVATI

10.3.1 - SCOTICO

- "Preparazione del piano di posa"

Lo scotico, laddove realizzato propedeuticamente alla preparazione del piano di posa di rilevati prevede, oltre alle operazioni di asportazione del terreno vegetale, il costipamento del fondo scavo ed il riempimento con materiali idonei.
Il materiale vegetale scavato, se ritenuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, e nei quantitativi già stabiliti nel Progetto Esecutivo (Relazione del Piano di Gestione Materie), potrà essere accantonato per essere successivamente utilizzato per il rivestimento delle scarpate; altrimenti esso dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
La larghezza dello scotico ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni previste in Progetto Esecutivo, ovvero fornite dalla D.L., in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scotico è stabilito fino alla profondità di cm 20 al di sotto del piano campagna.

10.3.2 - BONIFICA

- "Scavo di sbancamento in materia di qualsiasi natura"
- "Fornitura materiali per rilevati da cave con distanza < 5 km"
- "Carico, scarico e trasporto di materiale di proprietà dell'amministrazione"
- "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3"
- "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7"
- "Sistemazione di materiale ripreso da aree di deposito scavi"
- "Materiali aridi con funzione anticapillare o filtro"
- "Materiali aridi"
- "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di cemento"
- "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di calce"
- "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione"
- "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione e rinforzo non strutturale"

10.3.2.1 - Descrizione

Consiste nell'asportazione del terreno posto al di sotto del piano di posa dei rilevati, qualora non idoneo, e nella sua sostituzione con terreni di adeguate caratteristiche. Di norma la bonifica non è prevista nei tratti in trincea a meno che, alla quota di scavo prevista, non permanga la presenza di terreni di non idonee caratteristiche.

10.3.2.2 - Modalità esecutive

La bonifica del terreno di posa dei rilevati, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di Progetto Esecutivo, ed ogniqualvolta nel corso dei lavori si dovesse riscontrare, alla quota posta al di sotto di 20 cm dal piano campagna (fondo scotico), la presenza di volumi di terreno non idoneo.

Terreni idonei: sono quelli che soddisfano, contemporaneamente, i seguenti requisiti:

33. appartenenza ai gruppi A_1, A_2, A_3 (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285);
34. dopo compattazione, al grado di umidità ottima, corrispondente ad una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata, possesso di valori del modulo di deformazione Md, al primo ciclo, determinato con prova di carico su piastra (diametro 30 cm) (rif. CNR 146/92), non inferiori a quelli riportati in Errore: sorgente del riferimento non trovata:

Tab.3 Modulo di deformazione minimo al primo ciclo di carico

Modulo deformazione (MPa)	**Intervallo di riferimento**
20	50÷150 kPa (0.05 - 0.15 N/mm^2) sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale
15	50÷150 kPa (0.05 - 0.15 N/mm^2) sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori di Md inferiori a 15 MPa, sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.
Le suddette prescrizioni valgono a meno di diverse, e più restrittive, indicazioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato. Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).
Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura, eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.
A rullatura eseguita la massa volumica, sia del terreno in sito che dei materiali costituenti lo strato di bonifica, dovrà risultare almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972).
L'ultimo strato di 30 cm, qualora costituisse il piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale, dovrà soddisfare i requisiti di seguito indicati: grado di costipamento pari o superiore al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (UNI EN 13286), (CNR 22 – 1972) e modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) non inferiore a 50 MPa, nell'intervallo compreso tra 50÷150 kPa (0,15 - 0.25 N/mm^2).
Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto, la D.L., sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.
Qualora fossero prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano di monitoraggio per il controllo della loro evoluzione. La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti, saranno eseguite a cura dell'impresa, secondo le indicazioni del Progetto Esecutivo ed, eventualmente, della D.L..
In ogni caso l'Impresa, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto.
Qualora i terreni non soddisfino tali requisiti si prevedrà la bonifica con i metodi di seguito descritti.
Bonifica tradizionale
Il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato, appartenente ai gruppi (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285):

- A_1, A_3 se proveniente da cave di prestito. Nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A_3, esso deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A_1, A_{2-4} , A_{2-5}, A_3, se proveniente dagli scavi. Il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 90% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (UNI EN 13286) (CNR 22-1972).
Per le terre appartenenti ai gruppi A_{2-4} e A_{2-5}, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale

sciolto).
Il modulo di deformazione dello strato bonificato dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 50 e150 kPa (0.05 e 0.15 N/mm^2).
Nel caso in cui la bonifica debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.
Bonifica con stabilizzazione in posto con leganti
In alternativa al punto precedente, laddove le caratteristiche dei materiali presenti in sito al di sotto della quota di fondo dello scotico soddisfino i requisiti di cui al successivo paragrafo 2.6 Rilevati in terra stabilizzata con leganti, la bonifica potrà essere effettuata in posto mediante stabilizzazione con leganti (calce/cemento).
Le prescrizioni generali sull'idoneità al trattamento e sulle modalità di stabilizzazione di questi materiali sono descritte al citato paragrafo 10.3.6 - - RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA CON LEGANTI.

Il trattamento in posto avverrà per strati di spessore max pari a 30 cm, fino al raggiungimento della profondità prevista in progetto. La stabilizzazione dello strato inferiore avverrà tramite fresatura e miscelazione con idonea attrezzatura (pulvimixer) senza asportazione di terreno; gli strati superiori
verranno stabilizzati previo accantonamento del materiale scavato e successiva miscelazione in posto, procedendo sempre per strati < 30 cm.
Il trattamento in sito dei terreni di posa del rilevato, stabilizzati, deve essere tale da garantire le seguenti caratteristiche di portanza:

- Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.
Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico tra 150÷250 kPa (0.15 - 0.25 N/mm^2), (CNR 146 - 1992);

- Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%.
Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 150÷250 kPa (0.05 - 0.15 N/mm^2), (CNR 146 - 1992).
Geotessile non tessuto
Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto ed avente caratteristiche meccaniche conformi al Progetto Esecutivo.
Le relative caratteristiche prestazionali dovranno corrispondere alle seguenti norme:

- UNI EN ISO 10319
- UNI EN ISO 13433
- UNI EN ISO 12956

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.
La D.L., a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati.
Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ad essere antinquinante. Le caratteristiche di resistenza chimica dovranno essere accuratamente valutate in presenza di terreni stabilizzati a calce/cemento.
Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo di impiego.
Prima della posa del geotessile, sarà cura dell'Appaltatore preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Eventuali lacerazioni accidentali saranno coperte da un telo di geotessile intatto, dello stesso tipo e di dimensioni pari a 4 volte più grandi della lacerazione stessa.
Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli di geotessile in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni.
I singoli teli dovranno essere sovrapposti per almeno 30 cm, o per lunghezze maggiori a seconda di quanto previsto dalle schede tecniche fornite dal produttore, e fissati al terreno, lungo le sovrapposizioni, con graffe metalliche in numero di almeno 4 ogni 25 mq di sovrapposizione. Particolare cura, nelle fasi operative, dovrà essere posta nella realizzazione dei risvolti, prevedendo un'adeguata lunghezza del telo da posare. I lembi di geotessile da risvoltare dovranno risultare ben stesi e i teli paralleli tra loro.
Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

10.3.3 - STRATO ANTICAPILLARE

- "Materiali aridi con funzione anticapillare o filtro"
- "Materiali aridi"
- "Geocomposito"
- "Geocomposito a comportamento isotropo con permeabilità all'acqua di 190 mm/s"

La necessità di realizzazione di uno strato con funzione anticapillare dev'essere prevista in fase di Progetto Esecutivo, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, connesse alla profondità della superficie piezometrica della falda rispetto al piano di posa del rilevato, alla natura dei terreni presenti in sito, ed alla conseguente stima dell'altezza di risalita capillare, che evidenzi possibili interferenze fra la quota di falda ed il corpo del rilevato stesso.
Tale strato potrà essere realizzato:

- con la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- con la posa, in alternativa al punto precedente, di un geocomposito con funzione drenante.

10.3.3.1 - Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 30 e 50 cm; sarà composto da materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.
Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.
La stesa di tale strato sarà sempre accompagnata alla posa di uno strato di geotessile non tessuto, con funzione di separazione granulometrica, come da previsioni di Progetto Esecutivo.
Il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 1000 mc di materiale posto in opera, salvo maggiori e più restrittive verifiche disposte dalla D.L.

10.3.3.2 - Geocomposito drenante

In alternativa alla stesa dello strato anticapillare minerale, descritto al punto precedente, potrà essere prevista la posa in opera di un geocomposito drenante, di spessore variabile da 0.6 a 2.0 cm (UNI EN ISO 9863-1), dovranno essere dotati di marcatura CE e prodotti da ditte dotate di certificazione in sistema di qualità in conformità alle normative vigenti ISO EN 9001, le cui caratteristiche dovranno risultare conformi alle seguenti norme:
Tab.4 Caratteristiche del geocomposito

Proprietà	**Valori ammissibili**	**Norma di riferimento**
Capacità drenante (Pressione = 50 kPa; gradiente idraulico i = 1)	1.0÷2.3 l/s*m	EN 12958
Permeabilità	70 mm/s	EN 11058
Apertura dei pori	140.180 micron	EN 12956
Spessore	0.6 mm	EN964-1
Assorbimento di energia (al 5% di allungamento)	80 J/m^2	EN 10319
Resistenza a trazione (al 5% di allungamento in entrambe le direzioni)	3.2 kN/m	EN 10319

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo di impiego.
Nella posa in opera si dovrà porre attenzione a garantire la necessaria sovrapposizione del lembo di nontessuto sporgente fra due rotoli adiacenti e a chiudere tutte le aperture rimaste della struttura drenante con un nontessuto o con nastro adesivo, ad evitare la penetrazione del terreno che potrebbe intasare il filtro. La stesa del terreno di copertura andrà effettuata in avanzamento, evitando il contatto diretto fra ruote/cingoli e geocomposito, garantendo sempre la presenza di uno strato di almeno 30 cm di terreno di rinterro.
Gli schemi geometrici di posa ed ammorsamento dei teli nel corpo del rilevato dovranno corrispondere ai disegni di Progetto Esecutivo.
Prima della posa del geocomposito, sarà cura dell'Appaltatore preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni.
Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.

10.3.4 - GEOSINTETICI PER RINFORZO DEL PIANO DI POSA

- "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione"
- "Fornitura e stesa di teli di geotessile con funzione di separazione e filtrazione e rinforzo non strutturale"
- "Geotessile tessuto a marcatura CE"
- "Fornitura e stesa di geogriglia con marcatura CE"

Qualora i terreni presenti in sito non siano tali da garantire i necessari requisiti di resistenza, il progetto, sulla base degli esiti di specifiche verifiche geotecniche, potrà prevedere l'interposizione, al di sotto del corpo del rilevato, di geogriglie o altri geosintetici con analoga funzione (geotessili tessuti).
Questi materiali dovranno essere dotati di marcatura CE e prodotti da ditte dotate di certificazione in sistema di qualità in conformità alle normative vigenti ISO EN 9001.
Per le geogriglie (in polietilene, poliestere, polipropilene o materiali analoghi) e per i geotessili tessuti le caratteristiche di resistenza a trazione, nella direzione di maggior resistenza, secondo UNI EN 10319, saranno corrispondenti a quelle indicate negli elaborati di Progetto Esecutivo.
Prima della posa del geosintetico, sarà cura dell'impresa preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli di geosintetico in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni.
I singoli teli dovranno essere sovrapposti per almeno 30 cm, o per lunghezze maggiori a seconda di quanto previsto dalle schede tecniche fornite dal produttore, e fissati al terreno, lungo le sovrapposizioni, con graffe metalliche in numero di almeno 4 ogni 25 mq di sovrapposizione. Particolare cura, nelle fasi operative, dovrà essere posta nella realizzazione dei risvolti, prevedendo un'adeguata lunghezza del telo da posare. I lembi di geosintetico da risvoltare dovranno risultare ben stesi e i teli paralleli tra loro.
Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.
I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

10.3.5 - RILEVATI TRADIZIONALI

Articoli di Elenco Prezzi correlati:
- "Fornitura materiali per rilevati da cave con distanza < 5 km"
- "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - fornito dall'Impresa"
- "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - da depositi dell'Amministrazione"
- "Carico, scarico e trasporto di materiale di proprietà dell'amministrazione"
- "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3"
- "Sistemazione in rilevato o in riempimento - appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7"
- "Sistemazione di materiale ripreso da aree di deposito scavi"

10.3.5.1 - Descrizione

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo).

10.3.5.2 - Modalità esecutive

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5}, A_3

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5}, A_3; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A_3 (per le terre appartenenti al gruppo A3 vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argilloscistosa nonché alterabili o molto fragili. L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché da soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di dimensioni disuniformi e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali costituenti il corpo del rilevato, ad eccezione dello strato terminale, di seguito descritto, dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972) e un valore del modulo di deformabilità Md al primo ciclo non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 50÷150 kPa (0.05 e 0.15 N/mm^2), (CNR 146 - 1992).

L'ultimo strato di 30 cm, costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, dovrà, invece, presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95%; il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a 50 MPa, nell'intervallo compreso tra 50÷150 kPa (0,15 - 0.25 N/mm^2) sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato.

Tali condizioni valgono anche per il piano di posa della fondazione della pavimentazione nei tratti in trincea o a raso.

La variazione di detti valori minimi al variare della posizione all'interno del corpo del rilevato, al termine del costipamento del singolo strato, dovrà risultare lineare.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno appartenere allo stesso gruppo.

Le scarpate dovranno avere pendenze corrispondenti a quelle previste in Progetto Esecutivo ed indicate nei relativi elaborati.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogniqualvolta i rilevati siano impostati su pendii con acclività superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche progettuali, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente si dovrà sagomare il terreno, costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, a gradoni orizzontali, adottando le necessarie cautele volte a garantirne la stabilità. Le operazioni andranno condotte procedendo per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, mantenendo nel contempo l'eventuale viabilità sul rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta, proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la copertura delle scarpate del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

1. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A_{2-6}, A_{2-7}

Le terre appartenenti ai gruppi A_{2-6} ed A_{2-7} saranno impiegate, se previsto dal progetto, e solo se provenienti dagli scavi nell'ambito del medesimo cantiere.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e l'umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati e sottoposti alla approvazione della D.L., attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

1. Controlli prestazionali

Se queste terre provengono da formazioni geologiche per le quali la percentuale passante al setaccio ASTM n. 200 non è ritenuta rappresentativa delle reali caratteristiche del materiale, la Direzione Lavori potrà ordinare l'esecuzione di uno specifico campo prove sulla base dei cui esiti, a suo insindacabile giudizio, valutarne le possibilità di riutilizzo, sulla base del possesso dei seguenti requisiti:

- la percentuale di passante al setaccio ASTM n. 200 sia inferiore al 12%;
- sia posta particolare attenzione alla fase di costipamento, soprattutto al contenuto d'acqua nella frazione fine;
- sia utilizzato un rullo con tamburo vibrante e vengano effettuate passate con differente ampiezza della vibrazione (alta inizialmente per il costipamento della parte profonda, più bassa successivamente per gli strati superiori);
- il modulo di deformazione Md ottenuto da prove di carico su piastra, nell'intervallo di carico compreso tra 50÷150 kPa (0,05 e 0,15 N/mm^2), risulti sempre maggiore di 40 MPa, anche nelle condizioni più sfavorevoli;
- il grado di addensamento determinato con prove di carico a doppio ciclo debba preferibilmente giungere ad un rapporto Md\Md' uguale o maggiore di 0,15.

1. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5,A6,A7

In fase di progetto, con le modalità descritte al paragrafo 10.3.6 - - RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA CON LEGANTI, verrà stabilito se le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A_4, A_5, A_6, A_7 potranno essere riutilizzate previa stabilizzazione a calce e/o cemento, ovvero conferite ad aree di deposito delle terre di scarto.
Tale lavorazione presuppone, obbligatoriamente, l'esecuzione, nell'ambito del progetto, di uno specifico studio sperimentale, supportato da prove di laboratorio, secondo le modalità descritte al paragrafo 10.3.6 - - RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA CON LEGANTI.
Lo spessore degli strati da stabilizzare non dovrà superare i 30 cm.
Il progetto (Relazione del Piano di Gestione Materie) dovrà definire i quantitativi di materie provenienti dagli scavi, riutilizzabili in rilevato. L'Impresa non potrà, quindi, pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco, per la formazione dei rilevati qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di materie idonee provenienti dagli scavi, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a fornitura da cava.
È fatto obbligo all'Impresa di confermare alla D.L. l'utilizzo, per la fornitura di materiali per la costruzione dei rilevati, delle cave indicate in progetto. La D.L. si riserverà la facoltà di far analizzare i materiali provenienti dai siti estrattivi indicati in progetto dal Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali.
Solo dopo che la D.L. abbia autorizzato l'utilizzazione della cava, l'Impresa sarà autorizzata a sfruttarla per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.
L'accettazione della cava da parte della D.L. non esime, comunque, l'Impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie, che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere utilizzata.

10.3.5.3 - Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità, per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.
Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.
Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.
Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali e delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.
Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5}, A_3 o con rocce frantumate;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A_{2-6}, A_{2-7}.

Per i rilevati delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.
La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (±1,5% circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (UNI EN 13286).
Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.
Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo, un'energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di

costipamento prescritto. Il tipo, le caratteristiche e il numero dei
mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sempre sottoposte alla preventiva approvazione della D.L..
La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.
Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.
In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.
Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.
Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.
Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.
Inoltre, si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.
A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, anche operando su strati di spessore ridotto.
Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso, per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici.
A ridosso delle murature dei manufatti il progetto potrà prevedere la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm. La D.L., qualora tale lavorazione non fosse stata prevista in progetto e laddove lo ritenesse necessario, ha facoltà di ordinarne l'esecuzione.
Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m^3 di materiale compattato. La D.L. prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.
La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (UNI 13286), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.
Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezoidale avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.
Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

10.3.5.4 - Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della D.L., limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).
In seguito a precipitazioni intense e concentrate, l'Impresa dovrà verificare le condizioni del rilevato ed eventualmente ripristinare le condizioni iniziali.
Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati, che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.
Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

10.3.6 - RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA CON LEGANTI

- "Miscela di inerti per stabilizzazione terre"
- "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di cemento"
- "Stabilizzazione e sistemazione di terreni - con uso di calce"

Vengono realizzati con terre provenienti dagli scavi del medesimo cantiere i cui materiali soddisfino i requisiti di idoneità al trattamento.

10.3.6.1 - Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da

modificare le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche della terra, onde ottenere una
miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

- Affinché risulti idonea alla stabilizzazione a calce, una terra deve essere di tipo limo-argilloso, appartenente ai gruppi A_6- A_7, con valori dell'indice di plasticità compreso tra 10 e 50.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A_{2-6} e A_{2-7}) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.
Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

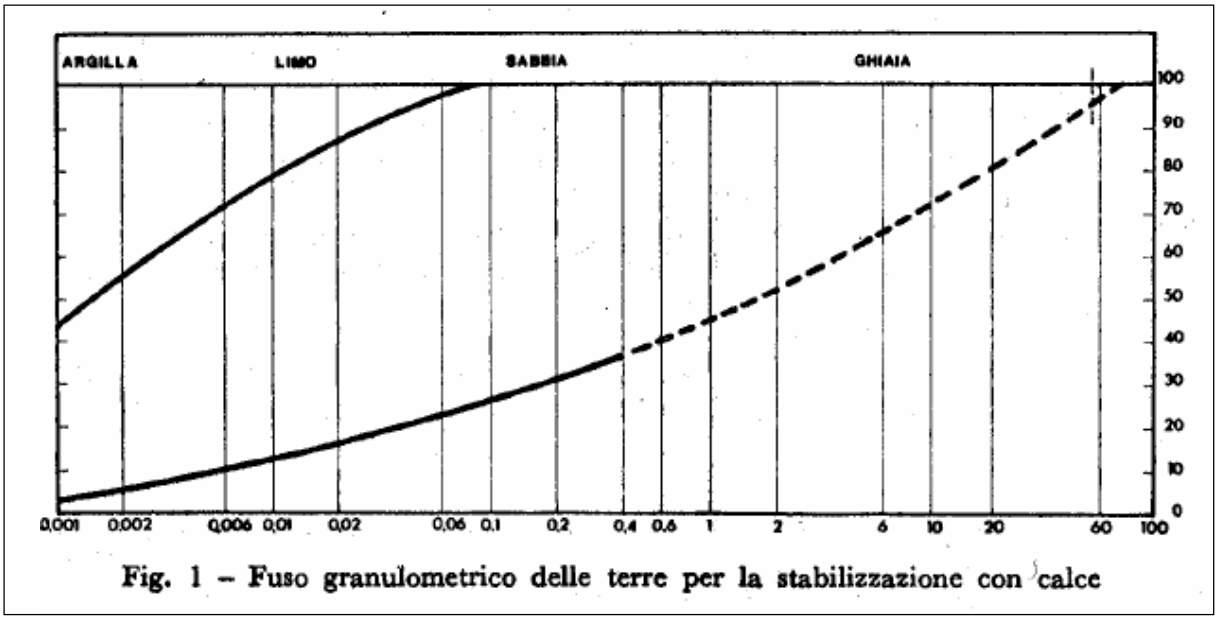


Fig. 1 – Fuso granulometrico delle terre per la stabilizzazione con calce

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):
il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

- Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

- Le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.
La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.

- Il valore di VB nella prova del blu di metilene dev'essere > di 200 centimetri cubi di soluzione (10 g/l) di per 100 grammi della frazione di terra passante al setaccio da 0,25 mm UNI 2332, determinato in conformità alla Norma UNI-EN 933-9;
- Il valore CIC, determinato secondo norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1,5% come verifica di idoneità, dove per CIC, si intende il consumo iniziale di calce ovvero della quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla.

E' indispensabile che, in fase di progetto, la previsione di stabilizzazione con calce di terre sia supportata da uno studio sperimentale, basato su una serie di prove di laboratorio geotecnico, di seguito elencate, per verificare sia l'idoneità al trattamento con calce, sia l'indicazione della miscela di progetto, espressa in tenore percentuale di calce.
Tab.4 Caratteristiche di idoneità alla stabilizzazione a calce

Proprietà	**Valori ammissibili**
Gruppo di appartenenza	A_6- A_7 con $10 \leq IP \leq 50$
	A_{2-6} e A_{2-7} passante al setaccio 0.4 UNI ≥ 35%

S.O.V.	≤ 2%
Contenuto in solfati	≤ 1%
VB	>200
CIC	> 1.5%

a. Prove sul materiale prima del trattamento

Su campione rimaneggiato (da pozzetto geognostico)

- Analisi granulometrica;
- Limiti di Atterberg;
- Valore al Blu di Metilene;
- Tenore in sostanze organiche;
- Tenore in solfati;
- Consumo iniziale di calce (C.I.C.);
- Prova di costipamento Proctor modificata;
- Prova di resistenza al punzonamento CBR non imbibito;
- Prova di resistenza al punzonamento CBR dopo imbibizione per 96 ore.

Su campione indisturbato(eventuale)

- Prova di compressione semplice;
- Prova di compressione edometrica.

Una volta verificata l'idoneità del terreno alla stabilizzazione, devono essere eseguite le prove sulle miscele terra- calce, a seguito delle quali, da una valutazione congiunta dei risultati, verrà individuata la miscela ottimale da utilizzare.

b. Prove sulla miscela terra – calce

La percentuale di calce viva va valutata a partite dal CIC + 0.5% in su, per tre diverse miscele. Per ogni miscela, dopo 1 e 14 gg, almeno, di maturazione, vanno determinati:

- Limiti di Atterberg;
- Analisi granulometrica;
- Classificazione UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285;
- Prova di costipamento Proctor modificata (UNI EN 13286);
- CBR (UNI EN 13286) senza maturazione;
- CBR dopo maturazione a 7 giorni e 28 giorni ed imbibizione per 96 ore (CNR UNI 10009);
- Prova di compressione monoassiale ad espansione laterale libera (ELL) (ASTM 2166), dopo maturazione a 7 giorni;
- Prova di compressione edometrica.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR -UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (UNI EN 13286) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, verrà definita, di volta in volta, la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce;
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

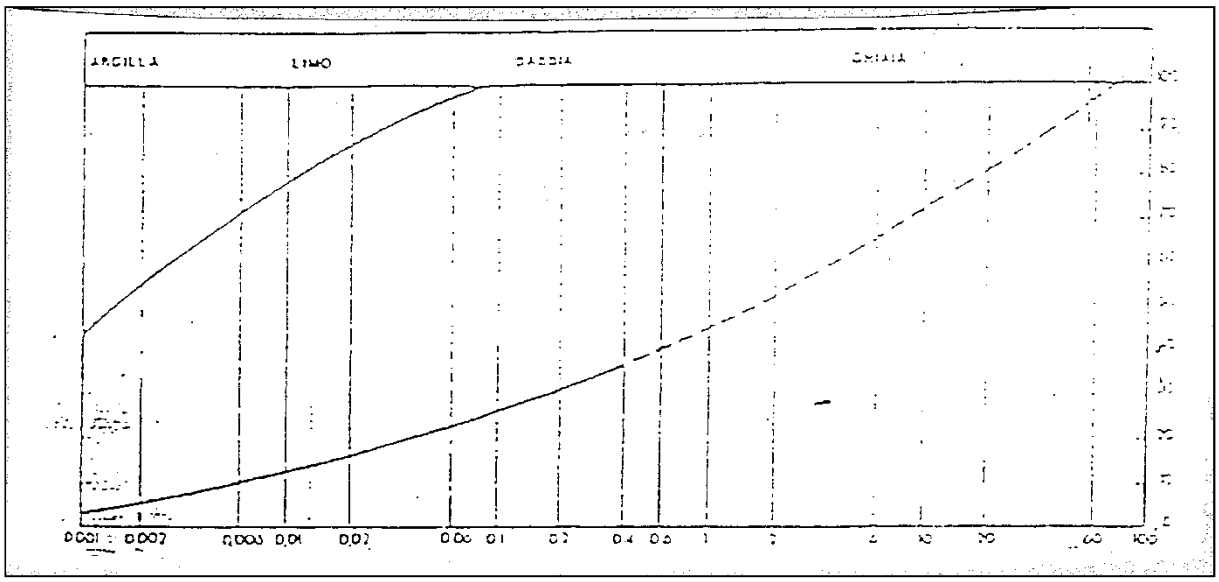
10.3.6.2 - Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico-chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

- Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un

adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.
La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.
Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.

- Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.
- Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

- Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.
La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.
Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.
Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR -UNI 10009.
Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (UNI EN 13286) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.
Noti questi valori, verrà definita, di volta in volta, la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento;
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

10.3.6.3 - Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR-UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.
Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm^2.

10.3.6.4 - Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento

del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

10.3.6.5 - Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.
I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato nel progetto della miscela.
La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..
Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.
Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.
Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..
Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.
- Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D.L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm).
Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far si che il materiale in oggetto venga costipato prima dell'inizio della presa del legante.
Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.
Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.
Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far si che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.
Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

10.3.7 - SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE IN RILEVATO

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - fornito dall'Impresa"
- "Fornitura di terreno vegetale per rivestimento delle scarpate - da depositi dell'Amministrazione"

Si dovrà garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno e di idonea copertura vegetale. Nel primo caso, si applicherà uno strato di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio. Nel caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, tali gradoni non saranno necessari.

Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze corrispondenti a quelle previste in Progetto, scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.
La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.
Non è consentita l'applicazione, a partire dalle scarpate del rilevato, di elementi vegetali (talee, astoni, specie erbacee a radicamento profondo) che, penetrando all'interno del corpo del rilevato, possano pregiudicarne la stabilità e la necessaria integrità strutturale.
Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, l'Impresa sarà tenuta ad adottare ogni provvedimento volto ad evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo dello stesso. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, dovranno risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 4%.
Alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli precedentemente impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo della compattazione, della deformabilità e delle caratteristiche prestazionali.
Qualora lungo le scarpate dovessero comunque manifestarsi erosioni di sorta, l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla D.L..
Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

10.3.8 - RILEVATI IN TERRA RINFORZATA

- "Maggior compenso per frantumazione materiale di scavo in roccia per reimpiego in terre rinforzate"
- "Fornitura e stesa di geogriglia con marcatura CE"
- "Strutture di sostegno in terra rinforzata con paramento rinverdibile ed armature di rinforzo sintetiche"
- "Strutture di sostegno in terra rinforzata con paramento rinverdibile ed armature di rinforzo a rete in acciaio"
- "Strutture di sostegno in terra rinforzata con paramento in pannelli prefabbricati in CLS o rete metallica rinverdibile ed armature di rinforzo lineari o planari in acciaio o materiale sintetico"
- "Struttura di sostegno in terra rinforzata con elementi di armatura planari orizzontali e paramento in pietrame"

10.3.8.1 - Descrizione e materiali

Sono rilevati realizzati, con le configurazioni geometriche rappresentate negli elaborati grafici di progetto, con l'interposizione, nel corpo del rilevato, di rinforzi (geogriglie in PE, bandelle/reti metalliche, ecc.) e paramenti di diversa tipologia. Gli elementi di rinforzo vengono usualmente disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terreno strutturale, che avviene per strati successivi. Lo stato tensionale nel rilevato strutturale all'aumentare dei carichi è tale da mobilitare progressivamente la resistenza a trazione dei rinforzi in virtù dell'aderenza per attrito con il terreno. Pertanto, massima cura andrà posta sia in fase di progetto sia in fase di realizzazione alla opportuna scelta dei materiali (terreno, rinforzi) ed alla relativa posa in opera.
In sede di progetto e di dimensionamento delle opere, dovranno essere garantiti con studi opportunamente approfonditi i seguenti aspetti:

- Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio del sito di intervento; in merito alle condizioni idrogeologiche, deve essere individuato con attenzione il regime delle tensioni neutre nel terreno nelle condizioni ex ante e le relative variazioni che le opere in progetto potranno indurre;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni di interesse progettuale, sia dal punto di vista meccanico sia dal punto di vista dinamico, mediante indagini di sito e di laboratorio;
- stabilità globale dell'area vasta di intervento, sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche, con particolare riferimento alla sensibilità del sito ai livelli di falda ed alle sue variazioni; tali studi vanno condotti sia sulla condizione ex ante sia sulla condizione finale in presenza delle opere;
- suscettibilità alla liquefazione in condizioni sismiche;
- potenziale dei cedimenti e loro andamento nel tempo, con eventuale progetto di interventi di limitazione dei cedimenti assoluti e/o differenziali od accelerazione del relativo decorso;
- stabilità locale delle opere in relazione alle caratteristiche meccaniche e dinamiche dei terreni di fondazione, alle caratteristiche geometriche del solido stradale ed alle azioni ambientali previste;
- interventi di drenaggio dei terreni di fondazione e del versante (in caso di opere a mezza costa o di controripa) nonché del corpo di rilevato medesimo, studio dei recapiti delle acque drenate, allontanamento delle acque di superficie.

In ogni caso, l'impiego dei rilevati in terra rinforzata per impieghi su versanti deve essere attentamente valutato sulla base di studi di stabilità che prendano in conto, sia mediante calcolazioni analitiche e numeriche basate su dati geotecnici completi ed affidabili, sia sulla base dei risultati di monitoraggi adeguatamente estesi nel tempo

(anche su base storica). Gli studi di stabilità non devono limitarsi all'immediato intorno dell'opera ma devono essere estesi ad un'area/volume in accordo alle conclusioni degli studi di carattere geomorfologico ed idrogeologico.
Il progetto di rilevati in terra rinforzata deve tenere conto del rapporto fra altezza netta totale dell'opera in terra rinforzata e la larghezza a terra del solido stradale contestualmente realizzato (in particolare, nel caso di ampliamento di rilevati esistenti si deve tenere conto dell'impronta a terra della sola parte in ampliamento); qualora tale rapporto risultasse maggiore di 1,25 gli studi prima illustrati devono prendere in conto tutte le possibili condizioni di interazione fra i corpi di rilevato esistenti e di nuova realizzazione, con particolare riferimento alla superficie di interfaccia, al regime delle tensioni neutre ed al potenziale di sviluppo di cedimenti differenziali, anche indotti sui rilevati esistenti. Infine, attente valutazioni devono prendere in conto la stabilità del terreno di fondazione delle parti di rilevato in ampliamento, al fine di individuare condizioni per le quali mettere in opera opportuni interventi di presidio, anche strutturali.
Nei due casi notevoli prima illustrati (opere su versante; opere di altezza significativa) è necessario prevedere un sistema di monitoraggio che sia in grado di registrare l'andamento degli spostamenti di punti notevoli del rilevato (od altre grandezze indice, da stabilire in fase di progettazione) al fine di individuare per tempo il possibile insorgere di condizioni di attenzione o di rischio per la stabilità dell'opera.
Per quanto riguarda le caratteristiche del terreno di riempimento, dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A_1, A_3, A_{2-4}, A_{2-5} e comunque con pezzatura massima non superiore a 71 mm; il materiale appartenente al gruppo A_3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7.
I materiali ritenuti idonei, nelle quantità e con le modalità descritte in Progetto Esecutivo, nella Relazione del Piano di Gestione Materie, dovranno essere trasportati, a cura dell'Impresa, nelle corrispondenti tratte di previsto reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito temporaneo.
Laddove necessario, questi materiali saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, con oneri compensati con i prezzi di elenco.
In ogni caso, dovranno essere esclusi i materiali che, da prove opportune, presentino valori dei parametri geotecnici (angoli d'attrito e coesione) minori di quelli previsti in progetto.
Il peso di volume del terreno di riempimento, in opera compattato, dovrà essere non inferiore a 18 kN/m3.
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate direttamente sui materiali in banco a piè d'opera, mediante le seguenti prove di laboratorio.

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di compattazione AASHTO.

Le prove andranno distribuite in frequenza (funzione dei volumi dei materiali complessivamente approvvigionati) in modo tale da essere certamente rappresentative delle caratteristiche dei materiali utilizzati.

10.3.8.2 - Modalità esecutive – Compattazione

Prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici, con l'impiego di geotessili, ecc.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le concentrazioni dei seguenti composti o parametri e la loro rispondenza ai limiti di seguito indicati:

Composto/Parametro	**Valori limite**
Contenuto in sali	
Solfuri	Assenti
Solfati, solubili in acqua	< 500 mg/kg
Cloruri	< 100 mg/kg
pH	Tra 5 e 10
Resistività elettrica	> 1.000 Ω·cm per opere all'asciutto
	>3.000 Ω·cm per opere immerse in acqua

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco, misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la

prova AASHO Mod. (UNI EN 13286), (CNR 22 – 1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 – 1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0,05 – 0,15 N/mm^2.
Le caratteristiche dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) devono essere tali da garantire la prevista densità finale del materiale.
In ogni modo, deve ritenersi esclusa la possibilità di compattazione con pale meccaniche. Nel caso in cui lo sviluppo planimetrico dei manufatti sia modesto e gli spazi di lavoro disponibili siano esigui, si useranno mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano.
La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme. A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% della larghezza del mezzo costipante. La compattazione a tergo delle opere eseguite dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nello stesso tempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare, si dovrà fare in modo che i compattatori a rullo operino ad una distanza non inferiore a 0,50 m dal paramento esterno, e procedere quindi ad una successiva compattazione della porzione di terreno posta ad una distanza inferiore a 0,50 m dal paramento con macchine operatrici di tipo portatile ("rana compattatrice" o piastra vibrante). Questo procedimento garantisce che non possano essere generate deformazioni locali indotte dal passaggio o urto meccanico dei mezzi contro i componenti del sistema. In ogni caso, nel caso di danni causati dalle attività di cantiere o dovuti ad eventi meteorologici durante la costruzione, si dovrà provvedere al ripristino delle condizioni iniziali.
La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, tranne per quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. ghiaia).

10.3.9 - RILEVATI ALLEGGERITI

10.3.9.1 - Rilevati in argilla espansa

Nei casi in cui il volume geotecnicamente significativo, al di sotto del piano di posa di rilevati, sia costituito, in tutto o in parte, da terreni ad elevata deformabilità, in grado di manifestare cedimenti fortemente differiti nel tempo (terreni torbosi, argille tenere ad elevato tenore di sostanza organica e simili) e in tutti i casi in cui risulta necessario limitare i carichi applicati il progetto può prevedere, nei tratti interessati, la formazione di rilevati alleggeriti, tramite l'impiego di argilla espansa. Questa è formata da granuli di varie dimensioni, assortiti granulometricamente, corrispondenti alle specifiche di seguito indicate:

Classe granulometrica (UNI EN 13055-2)	4-10	8 - 20	0 – 31,5
Densità kg/m^3 (UNI EN 13055-2)	350 ±15%	320±15 %	390±15 %
Angolo di attrito interno (UNI EN 15732:2012)	39°	39°	39°
Resistenza allo schiacciamento dei granuli (UNI 7549/7) N/mm^2	1,5	1	> 1,3
Classe granulometrica (UNI EN 13055-2)	4-10	8 - 20	0 – 31,5
Assorbimento di H_2O a 24 ore (UNI EN 13055-2	≤20%	≤25%	≤20%
Resistenza al fuoco (UNI EN 13055-2)	Classe 0 (incombustibile)		

I rilevati leggeri con argilla espansa possono essere realizzati secondo due modalità a seconda delle necessità tecniche e delle problematiche di cantiere.

10.3.9.1.1 - Rilevato in argilla espansa e misto granulare

- "Realizzazione di rilevati in argilla espansa e misto granulare"

Modalità esecutive
Preparazione del piano di posa
Dopo aver completato lo scavo di sbancamento dal piano di campagna, alle quote previste dal progetto, l'Appaltatore deve stendere sul fondo del piano di scavo un geotessile, con funzione di separazione anticontaminante tra il terreno naturale e il materiale di riempimento. Il piano di posa deve risultare regolare, con il geotessile ben steso e aderente al piano di imposta, e con teli di geotessile integri e regolarmente sovrapposti. Si

procede quindi alla formazione dei riporti.
Modalità di posa in opera
L'argilla espansa (di classe granulometrica 4-10 o 8-20 o 0-31,5) deve essere posta in più strati fino al raggiungere la quota di progetto, con l'interposizione di uno strato di misto granulare, il cui spessore dopo compattazione deve risultare uguale a 20 cm. Lo spessore dello strato di argilla espansa è pari a 80.
La posa dei diversi strati di argilla espansa deve avvenire spingendo il materiale in avanzamento con un mezzo cingolato (pala, dozer, escavatore), attrezzato per muoversi su terreni di caratteristiche analoghe a quelle dell'argilla espansa. Al di sopra di ogni strato di argilla espansa, prima della posa del misto granulare, va posto un geotessile non tessuto con funzione anticontaminante.
L'addensamento deve avvenire agendo sugli strati di misto granulare mediante passaggi di rullo a tamburo liscio vibrante con caratteristiche di peso e frequenza da definire in funzione dell'altezza dello strato. Al corretto addensamento dell'argilla espansa corrisponde un calo volumetrico pari a circa il 10-15 %.
Sequenza di lavoro:

- scavo di sbancamento;
- preparazione del piano di posa;
- posa tessuto non tessuto;
- posa dello strato di argilla espansa;
- posa tessuto non tessuto;
- posa dello strato di misto granulare stabilizzato di interposizione;
- compattazione;

La sequenza sopra indicata è da ripetere in funzione dell'altezza rilevato.
Lo strato finale di misto granulare stabilizzato deve avere uno spessore non inferiore a 30 cm.
L'argilla espansa deve essere posta in opera in spessori tali da rispettare, a compattazione avvenuta, i valori indicati nel progetto.
Controlli prestazionali
A compattazione avvenuta i materiali costituenti il corpo del rilevato, ad eccezione dello strato terminale, di seguito descritto, devono presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove ASTM D4253 e un valore del modulo di deformabilità pari a:
Md ≥25 MPa misurato su strato di misto di spessore ≥20cm.
nell'intervallo di carico compreso tra 50÷150 kPa (0,05 e 0,15 N/mm^2), (CNR 146 - 1992).
L'ultimo strato di spessore non inferiore a 30 cm, costituente il piano di posa della fondazione stradale, deve, invece, presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95%; il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) deve risultare non inferiore a 50 MPa, nell'intervallo compreso tra 150÷250 kPa (0,15 – 0,25 N/mm2) sul piano di posa della fondazione stradale in rilevato.

10.3.9.1.2 - Rilevati in sola Argilla espansa

- "Realizzazione di rilevati in argilla espansa"

Modalità esecutive
Preparazione del piano di posa Come precedente.
Modalità di posa in opera dell'argilla espansa
L'argilla espansa (di classe granulometrica 4-10 o 8-20) deve essere posta in più strati fino al raggiungere la quota di progetto. Ciascuno strato di argilla espansa deve avere uno spessore compreso tra i 40 e i 100 cm. La posa dei diversi strati di argilla espansa deve avvenire spingendo il materiale in avanzamento con un mezzo cingolato (pala, dozer, escavatore), attrezzato per muoversi su terreni di caratteristiche analoghe a quelle dell'argilla espansa.
L'addensamento deve essere eseguito, con il passaggio di piastra vibrante o mezzo cingolato direttamente sullo strato di argilla espansa. Il numero di passaggi è dipendente dal mezzo utilizzato e dallo spessore dello strato secondo quanto segue:

- Il numero di passaggi di piastra vibrante è compreso tra 2 e 6 dello strato di argilla espansa compresi tra 40 cm e 60 cm;
- Il numero di passaggi di mezzo cingolato (dozer) è compreso tra 6 e 9 su spessori dello strato di argilla espansa compresi tra 60 cm e 100 cm.

Al corretto addensamento dell'argilla espansa corrisponde un calo volumetrico pari a circa il 10%.
Il rilevato alleggerito in argilla espansa deve essere completato con uno strato di misto granulare di spessore non inferiore a 30 cm che andrà a costituire il piano di posa della fondazione stradale
Controlli prestazionali
Lo strato superiore in misto granulare, di chiusura del rilevato in argilla espansa, dello spessore non inferiore a 30 cm, costituente il piano di posa della fondazione stradale, deve presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove ASTM D4253; il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) deve risultare non inferiore a 50 MPa, nell'intervallo compreso tra 150÷250 kPa (0,15 – 0,25 N/mm2) sul piano di posa della fondazione stradale in

rilevato.

10.3.9.2 - Rilevati in EPS (Polistirene Espanso Sinterizzato)

In presenza di terreni recenti ad elevata deformabilità, i cui tempi di consolidazione non siano compatibili con le esigenze di cantiere, il progetto potrà prevedere l'impiego di materiali leggeri ad elevata resistenza, quali i blocchi in EPS.
L'impiego di tali materiali dovrà avvenire a valle di una specifica modellazione 3D dell'interazione terreno-rilevato, che evidenzi i differenti comportamenti con EPS e terre naturali, sia sul sedime d'imposta che sulle eventuali strutture limitrofe (abitazioni, linee ferroviarie, etc). In tale modellazione si dovranno verificare che le deformazioni ammissibili, dovute a carichi permanenti ed accidentali, non superino il 3%. Oltre tale limite il materiale presenta una deformazione permanente e progressiva della struttura cellulare, che potrebbe non essere compatibile con la funzionalità dell'opera.
Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla modellazione sopra citata, le caratteristiche meccaniche dovranno comunque risultare non inferiori a:

- per EPS 150 - Blocchi in EPS idonei alla formazione di rilevati stradali a forma di parallelepipedo, con dimensioni orientative 2000x1000x500 nella tipologia EPS 150 (densità circa 25 kg/mc):
  - Resistenza a trazione 150 KPa
  - Resistenza a flessione 250 KPa
  - Resistenza a taglio 100 KPa
  - Sollecitazione di compressione all'1% di deformazione 0,10 MPa
  - Sollecitazione di compressione al 5% della deformazione 0,12 MPa
  - Reazione al Fuoco Euroclasse E
- Per EPS 120 - Blocchi in EPS idonei alla formazione di rilevati stradali a forma di parallelepipedo, con dimensioni orientative 2000x1000x500 nella tipologia EPS 120 (densità circa 20 kg./mc):
  - Resistenza a trazione 120 KPa
  - Resistenza a flessione 200 KPa
  - Resistenza a taglio 85 KPa
  - Sollecitazione di compressione all'1% di deformazione 0,080 MPa
  - Sollecitazione di compressione al 5% della deformazione 0,100 MPa
  - Reazione al Fuoco Euroclasse E

10.3.10 - RILEVATI SOTTOFONDATI SU PALI

10.3.10.1 - Descrizione

In presenza di terreni fortemente deformabili, con modalità non affrontabili con altri metodi, il Progetto potrà prevedere la realizzazione di un sistema di elementi che consentano la riduzione dei cedimenti attesi sia assoluti sia differenziali.
Tale sistema, i cui dettagli saranno rappresentati negli elaborati di Progetto Esecutivo, sarà costituito da pali di fondazione opportunamente disposti, collegati da uno strato di terreno di ripartizione, rinforzato con interposizione di geogriglie o altri elementi strutturali sui quali realizzare il rilevato.
Per i singoli elementi costitutivi (pali, elementi strutturali, rilevato) si rimanda alle specifiche sezioni del Capitolato.

10.4 - DRENI

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- dreni verticali prefabbricati;
- dreni in ghiaia;
- dreni in sabbia.

Le caratteristiche dei dreni, per quanto concerne il tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione, saranno definite dal progetto.
Hanno la funzione di realizzare nel terreno percorsi preferenziali per la raccolta delle acque ed accelerare i processi di consolidazione dei terreni argillosi saturi in corrispondenza dei rilevati. Eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L..
Tali variazioni dovranno comunque essere tali da garantire la medesima capacità e funzionalità.

10.4.1 - DRENI PREFABBRICATI

- "Geodreni verticali a nastro"

- "Pannello drenante prefabbricato - dimensione nominale fino a mc 0,30"
- "Pannello drenante prefabbricato - dimensione nominale da mc 0,31 a mc 0,60"

10.4.1.1 - Descrizione

Sono dreni prefabbricati industrialmente, costituiti da nastri flessibili ed arrotolabili nei quali esiste un involucro filtrante plastico, cartaceo o in materiali similari avvolto intorno ad un elemento di irrobustimento centrale, sempre in materiale plastico o affine; il nastro può anche essere semplicemente costituito da un unico corpo filtrante in materiale plastico, senza elemento centrale.
I dreni prefabbricati a nastro permettono il flusso dell'acqua presente nel terreno lungo l'asse di sviluppo principale, longitudinale, dell'elemento filtrante.
L'inserimento nel terreno del dreno si esegue mediante l'infissione a pressione di un mandrino che viene successivamente estratto, lasciando in posto il dreno, oppure mediante la penetrazione a vibrazione di un tubo di infissione con elemento vibrante in testa, azionato idraulicamente, che trascina il dreno fino alla profondità richiesta per poi abbandonarlo.

10.4.1.2 - Modalità esecutive

Caratteristiche dei nastri prefabbricati
Il nastro drenante prefabbricato dovrà avere caratteristiche rese note dalla certificazione ufficiale del Produttore, preventivamente trasmesse alla D.L. ed approvate dalla medesima.
Sono ammessi nastri con involucro filtrante in tessuto non tessuto o carta con anima in PVC, polietilene o polipropilene, oppure nastri in cui anima ed involucro siano ugualmente costituiti da materiali plastici.
In ogni caso, i nastri prefabbricati dovranno garantire una durata nel tempo adeguata alle necessità di Progetto ed in ogni caso non inferiore a 3 anni di esercizio, una portata di scarico assiale non inferiore a 100 m^3/anno (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 300 kN/m^2) ed un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno 2 m/anno.

Attrezzatura di infissione
Si utilizzeranno attrezzature di infissione a pressione o vibrazione montate su torre con guide di scorrimento, in grado di raggiungere con il mandrino od i tubi di infissione la profondità prescritta dal Progetto nel contesto stratigrafico locale. Le caratteristiche delle attrezzature di infissione dovranno essere rese note alla D.L..
Qualora motivato dalla necessità di superamento di strati o livelli di particolare resistenza si potrà ricorrere a prefori eseguiti con sonda a rotazione o rotopercussione.
Il mandrino o la tubazione di infissione dovrà avere sezione trasversale ridotta al minimo indispensabile per garantire la necessaria resistenza.
Il dreno sarà connesso all'utensile di infissione con un elemento a perdere, in grado di garantire il sicuro vincolo del dreno all'utensile durante l'inserzione e l'ancoraggio del dreno al terreno all'atto del ritiro del mandrino o della tubazione a profondità di progetto raggiunta.
Lavori preparatori dell'infissione
Prima di procedere alla installazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di sabbia perfettamente pulita, dello spessore di 50-80 cm, con fuso granulometrico corrispondente a quello di una sabbia medio-grossa, con massima percentuale di passante al vaglio UNI da 0.075 mm del 3%.
I punti di infissione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.
Le attrezzature dovranno operare da un piano di lavoro adeguatamente stabile, e tale da escludere variazioni di assetto delle stesse durante le operazioni di infissione.
Installazione
L'infissione dei dreni avverrà mediante pressione o vibrazione, con modalità tali, per quanto concerne le massime pressioni esercitate verso il basso e la velocità di penetrazione, da prevenire la rottura dei nastri prefabbricati o il mancato raggiungimento della profondità di progetto.

10.4.2 - DRENI IN GHIAIA

10.4.2.1 - Descrizione

Colonne di ghiaia vibrocompattate (prof. max 20m da piano lavoro):
Esecuzione di colonne in ghiaia vibrocompattate con sistema "bottom feed a secco" tramite infissione, per spinta e vibrazione, di "vibroflot" a propulsione elettrica (potenza motore 70÷100kW, frequenza operativa 60Hz) dotati di

apposito canale per l'approvvigionamento diretto della ghiaia a fondo foro. Dopo la fase di infissione dell'utensile fino alla profondità di progetto/rifiuto si procede, in risalita, alla compattazione della colonna per step da 50÷70cm. Il vibroflot è azionato da sonda operatrice dotata di torre guida per la spinta dell'utensile nel terreno (max 200kN). Le colonne, di diametro reso 600÷700mm e profondità massima 20m dal piano lavoro, verranno realizzate utilizzando ghiaia di pezzatura 10÷35mm.
Per ogni colonna dovrà essere prevista l'acquisizione e restituzione automatizzata dei protocolli di trattamento, in cui saranno indicati il codice di riferimento del singolo punto, il tempo, la profondità di infissione e l'assorbimento di energia (amperaggio).
Colonne di ghiaia vibrocompattate cementate (prof.max 20m da piano lavoro):
Esecuzione di colonne in ghiaia vibrocompattate cementate con sistema "bottom feed a secco" tramite infissione, per spinta e vibrazione, di "vibroflot" a propulsione elettrica (potenza motore 70÷100kW, frequenza operativa 60Hz) dotati di apposito canale per l'approvvigionamento diretto del conglomerato cementizio a fondo foro. Dopo la fase di infissione dell'utensile fino alla profondità di progetto/rifiuto si procede, in risalita, alla compattazione della colonna per step da 50÷70cm. Il vibroflot è azionato da sonda operatrice dotata di torre guida per la spinta dell'utensile nel terreno (max 200kN). Le colonne, di diametro reso 500÷600mm e profondità massima 20m dal piano lavoro, verranno realizzate utilizzando conglomerato cementizio ottenuto utilizzando ghiaia di pezzatura 4÷32mm, cemento con dosaggio minimo pari a 200kg/mc e acqua nella misura di 100kg/mc.
Per ogni colonna dovrà essere prevista l'acquisizione e restituzione automatizzata dei protocolli di trattamento in cui saranno indicati il codice di riferimento del singolo punto, il tempo, la profondità di infissione e l'assorbimento di energia (amperaggio).
Colonne di ghiaia vibrocompattate (prof.max 30m da piano lavoro):
Esecuzione di colonne in ghiaia vibrocompattate con sistema "bottom feed" tramite infissione, per peso proprio e vibrazione, di "vibroflot" a propulsione elettrica (potenza motore 100÷120kW, frequenza operativa 60Hz) dotato di apposito canale per l'approvvigionamento diretto della ghiaia a fondo foro. Dopo la fase di infissione dell'utensile fino alla profondità di progetto/rifiuto si procede, in risalita, alla compattazione della colonna per step da 60÷80cm. Il vibroflot è montato su mezzo cingolato a fune. Le colonne, di diametro reso 600÷800mm e profondità massima 30m dal piano lavoro, verranno realizzate utilizzando ghiaia di pezzatura 10÷35mm.
Per ogni colonna dovrà essere prevista l'acquisizione e restituzione automatizzata dei protocolli di trattamento in cui saranno indicati il codice di riferimento del singolo punto, il tempo, la profondità di infissione e l'assorbimento di energia (amperaggio).

10.4.3 - DRENI IN SABBIA

- "Dreni (o pali) di sabbia per prosciugamento e consolidamento di terreni fortemente compressibili - del diam. mm 350"
- "Dreni (o pali) di sabbia per prosciugamento e consolidamento di terreni fortemente compressibili - del diam. mm 420"
- "Dreni (o pali) di sabbia per prosciugamento e consolidamento di terreni fortemente compressibili - del diam. mm 500"

10.4.3.1 - Descrizione

I dreni in sabbia comportano la realizzazione di una perforazione di tipo verticale, che viene successivamente riempita da sabbia opportunamente composta sul piano granulometrico in modo che possa operare come filtro, secondo modalità analoghe a quelle dei dreni prefabbricati.
Le metodologie di perforazione sono le medesime di quelle adottate nel caso di pali trivellati.

10.4.3.2 - Modalità esecutive

Caratteristiche della sabbia drenante
Il materiale granulare utilizzato per il riempimento del foro dovrà essere conforme, per quanto concerne la composizione granulometrica, al fuso definito dal Progetto.
Qualora non definito espressamente, il fuso granulometrico di riferimento sarà il seguente:

APERTURA VAGLIO UNI (mm)	PASSANTE %	
	MIN.	MAX.
0.075	0	3
0.40	0	10

2.00	15	45
5.00	35	75
10.00	70	100

Attrezzatura
Sarà cura dell'Impresa comunicare, prima dell'inizio lavori, le caratteristiche delle attrezzature che la stessa intende utilizzare.
Sono ammesse attrezzature di perforazione nelle quali l'avanzamento dell'utensile e la disgregazione del terreno, che viene asportato dal foro, avvengono mediante l'energia dinamica dell'acqua, attrezzature di perforazione ad elica o attrezzature con caratteristiche diverse.
In ogni caso, le attrezzature dovranno garantire il raggiungimento delle profondità prescritte dal Progetto con il relativo diametro e permettere la realizzazione dei dreni senza rischi di interruzione della continuità del fusto in sabbia.
Lavori preparatori
Prima di procedere alla perforazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di materiale granulare pulito, dello spessore di 50-80 cm.
I punti di perforazione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.
Perforazione e riempimento dei fori
La conduzione della perforazione sarà eseguita con modalità preventivamente comunicate alla D.L., tali da garantire profondità, diametro e continuità del foro, che non dovrà subire alcun collasso parziale o chiusura. Nel caso di impiego di tecniche con disgregazione idraulica del terreno, il foro sarà sempre mantenuto pieno di acqua, per prevenire i danni conseguenti al mancato sostentamento delle pareti del foro mediante controspinta idrostatica. Non è ammesso l'uso di fluidi di perforazione diversi dall'acqua, priva di additivi se non perfettamente biodegradabili in 20÷40 ore.
Il riempimento dei fori con sabbia sarà eseguito dal basso a risalire, iniziando da fondo foro, mediante il convogliamento della sabbia con tubazioni che, nel caso di perforazione con elica, potranno essere rappresentate dallo spazio anulare cavo interno alle stesse eliche, da ritirare progressivamente con il procedere del riempimento.
A riempimento eseguito, lo scarto sommitale di materiale granulare inquinato dai materiali provenienti dalla perforazione dovrà essere asportato, condotto a discarica e sostituito con nuovo materiale drenante approvato, fino a realizzare un materasso drenante sommitale di spessore e caratteristiche conformi al progetto.

10.4.3.2.1 - Rinterri

Descrizione
Riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti.
Modalità esecutive

a. Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A_1 ed A_3 opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A_3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
b. Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni). In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

10.4.3.2.2 - Sistemazione superficiale

Descrizione
Viene eseguita con o senza apporto di materiale.
Modalità esecutive
La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A_1 ed A_3, con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata, procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.
Il materiale appartenente al gruppo A_3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

10.5 - A.03 DEMOLIZIONI

Il presente Capitolato è relativo alle demolizioni di pavimentazioni stradali, fabbricati, murature di qualsiasi genere e strutture in acciaio.
Le demolizioni di opere d'arte, di fabbricati e di strutture di qualsiasi genere (anche in c.a.p. od i carpenteria metallica) potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.
L'Appaltatore dovrà eseguire le demolizioni nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, nella Normativa richiamata di seguito e nel presente capitolato. Particolare attenzione dovrà essere posta nel rispetto delle prescrizioni di cui agli articoli dal 150 al 156 del DM81/08.

10.5.1 - PIANO DELLA DEMOLIZIONE

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali e dei macchinari, all'esame ed all'approvazione della direzione Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione il Piano della demolizione.
Il Piano della demolizione descrive:

- l'estensione dell'intervento.
- il tipo di macchine e materiali da utilizzate.
- le procedure che devono essere attuate per la rimozione e demolizione dei vari elementi costruttivi dell'opera.
- le valutazioni dei rischi inerenti sostanze pericolose presenti nel sito ed i relativi metodi di bonifica.
- la valutazione dei rischi ambientali, in particolare polvere e rumore, e le misure di controllo ed attenuazione.
- le misure di sicurezza, collettiva ed individuale degli operatori, con l'individuazione e prescrizione degli appropriati DPI.
- I punti da trattare nel un Piano della demolizione sono:
- Descrizione del sito e delle condizioni al contorno (vincoli fisici, recettori sensibili ecc).
- Individuazione dei vincoli normativi (presenza materiali inquinanti, gestione dei residui di demolizione ecc.).
- Pianificazione delle operazioni (sequenza operazioni, tipologie di macchine e tecnica di demolizione ecc.).
- Individuazione di apposite misure di protezione collettiva.
- Verifiche sulla stabilità delle strutture nelle fasi transitorie.
- Progetto (calcoli e disegni) delle opere provvisionali di rinforzo e puntellamento.
- Individuazione di apposite misure di protezione ambientale (polveri, vibrazioni, rumore ecc.).
- Individuazione di apposite misure di sicurezza in cantiere.
- Valutazione dei rischi.
- Redazione di apposite procedure di informazione e comunicazione.
- Redazione di apposite procedure di emergenza.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori e del Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione dei progetti e dei certificati ricevuti non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.
Le operazioni di demolizione potranno iniziare soltanto dopo il benestare della D.L.

10.5.2 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE DEMOLIZIONI INTEGRALI O PARZIALI DI STRUTTURE COMPLESSE

L'Appaltatore dovrà effettuare i lavori di demolizione procedendo in maniera da non compromettere la stabilità delle strutture interessate e di quelle di collegamento, impiegando eventuali opere provvisorie di rafforzamento e puntellamento delle zone interessate, in caso di demolizione parziale, o della struttura nel suo complesso, in caso di demolizione totale. Di regola questo tipo di demolizioni, più propriamente dette decostruzioni, avvengono con procedimenti inversi alla costruzione. Per esse potrà essere previsto anche l'impiego di esplosivi, nel rispetto della vigente normativa in materia.
L'Appaltatore dovrà prevedere ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture residuali e le proprietà di terzi.
Nel caso di demolizioni parziali, o in qualunque altro caso ritenuto opportuno dalla D.L., potrà essere richiesto:

- l'impiego di attrezzature speciali quali seghe circolari, fili diamantati, pinze idrauliche o qualsiasi altra tecnica,

in modo da realizzare tagli netti e puliti e contestualmente evitare l'insorgere di vibrazioni e conseguenti danni alle strutture eventualmente da conservare.
- il trattamento con getto di vapore e pressione tale da ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Il tutto senza alcuna maggiorazione del prezzo in quanto già compreso negli oneri da tenere in considerazione a carico dell'Appaltare.
Per le demolizioni da eseguirsi su sede stradale in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la D.L., coerentemente con i piani di sicurezza, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.
In particolare, la demolizione di travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su sede stradale in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni integrali.

10.5.3 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE IDRODEMOLIZIONI

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione e portata modulabile.
Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore.
L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e alla pulizia finale del sito.
Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L., coerentemente con i piani di sicurezza; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo. Le attività in parola dovranno prevedere idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

10.5.4 - PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso, per l'intero spessore o per parte di esso, dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.
Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L. relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.
La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto, o prescritti dalla D.L., e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.
Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito.
Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.
La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.
Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.
Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina
escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

10.6 - CONTABILIZZAZIONE E MISURAZIONE

Resta stabilito che, per i lavori compensati sia a corpo che a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio, e di sottoporre alla Direzione Lavori per il necessario controllo, tutti i disegni contabili delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti ecc.) delle quantità, parziali e totali, nonché della computazione delle relative quantità di ogni singola categoria di lavoro.
Si precisa che:

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori.
I lavori da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati di progetto.
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 D.L. 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.
Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

10.6.1 - SCAVI DI SBANCAMENTO

Comprendono:
- apertura della sede stradale e relativo cassonetto;
- bonifica del piano di posa dei rilevati oltre la profondità di 20 cm;
- apertura di gallerie in artificiale;
- formazione o l'approfondimento di cunette, fossi e canali;
- impianto di opere d'arte;
- regolarizzazione o approfondimento di alvei in magra;

essi sono eseguiti anche a campioni di qualsiasi lunghezza, a mano o con mezzi meccanici, in materie di qualunque natura e consistenza salvo quelle definite dai prezzi particolari dell'Elenco, asciutte o bagnate, compresi i muri a secco od in malta di scarsa consistenza, compreso le rocce tenere da piccone, ed i trovanti anche di roccia dura inferiori a mc 1,00 ed anche in presenza d'acqua, escluso l'onere di sistemazione a gradoni delle scarpate per ammorsamento di nuovi rilevati; compreso l'onere della riduzione del materiale dei trovanti di dimensione inferiore ad 1 mc alla pezzatura di cm 20 per consentirne il reimpiego a rilevato, compresi il carico e l'allontanamento del materiale di risulta.
La misurazione degli Scavi di Sbancamento e dei Rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la D.L., il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.
In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.
Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.
Unità di misura MC

10.6.2 - PREPARAZIONE PIANO DI POSA DEI RILEVATI

Preparazione Piano di posa dei Rilevati compreso lo scavo di scorticamento per una profondità media di cm 20, previo taglio degli alberi e dei cespugli, estirpazione ceppaie carico, trasporto a rifiuto od a reimpiego delle materie di risulta anche con eventuale deposito e ripresa, compattamento del fondo dello scavo fino a raggiungere la densità prescritta, il riempimento dello scavo ed il compattamento dei materiali all'uopo impiegati fino a raggiungere le quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto compreso ogni onere. Con l'impiego di materiali idonei provenienti da cave di prestito e/o dagli scavi.
La misurazione verrà effettuata, calcolando l'impronta geometrica effettiva del rilevato sul terreno. Unità di misura MQ

10.6.3 - REALIZZAZIONE RILEVATI STRADALI

Sistemazione in Rilevato o in Riempimento utilizzando materiali idonei provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito, realizzata secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche;
Comprese la sagomatura e profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate, rivestita con terra vegetale, compresa ogni lavorazione ed onere per dare il rilevato a perfetta regola d'arte.
La misurazione verrà effettuata, secondo il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilievi eseguiti, prima e dopo i relativi lavori.

Unità di misura MC

10.6.4 - STABILIZZAZIONE E SISTEMAZIONE DI TERRENI CON USO DI CALCE O CEMENTO

Stabilizzazione e Sistemazione di terreni con uso di Calce o Cemento compreso l'onere della fornitura del legante da dosare, secondo quanto prescritto nelle Norme Tecniche.
La misurazione verrà effettuata calcolando con metodo geometrico le opere realizzate oggetto del trattamento.
Unità di misura MC

10.6.5 - REALIZZAZIONE DI DRENI IN SABBIA

Realizzazione di Dreni in Sabbia mediante esecuzione di fori, senza asportazione di materiale, fornitura e posa in opera nei fori di sabbia lavata, vagliata ed omogenea, fornitura stesa e compattamento, al di sopra dei dreni, di uno strato di sabbia dello spessore minimo di cm50.
La misurazione verrà effettuata calcolando l'effettivo sviluppo in metri lineari del dreno (o palo), misurato dalla quota inferiore del foro fino alla quota risultante in corrispondenza di ciascun dreno dopo l'asportazione dello strato superficiale, compreso la sabbia ed ogni altra fornitura, prestazione ed onere.
Unità di misura ML

10.6.6 - REALIZZAZIONE DI PANNELLI DRENANTI PREFABBRICATI

Fornitura e posa in opera di pannello drenante ad alte prestazioni idrauliche e meccaniche. Il pannello sarà posato in profondità in uno scavo a sezione ristretta con sponde verticali e sub-verticali fino a raggiungere la quota prevista per la base del pannello.
Non sono compresi lo scavo di sbancamento per la creazione del piano, lo scavo a sezione obbligata di adeguata larghezza per l'inserimento dei pannelli drenanti, il successivo rinterro con materiale disponibile in loco e lo smaltimento del materiale non utilizzato.
La misurazione verrà effettuata calcolando l'effettivo sviluppo in metri lineari del pannello, misurato dalla quota prevista per la base del pannello fino al piano campagna per una larghezza nominale di 1 mt.
Unità di misura ML

10.6.7 - FORNITURA E STESA DI TELI DI GEOTESSILE

Fornitura e stesa di geotessile a marchiatura CE con funzione di separazione, filtrazione dei piani di posa dei rilevati o in opere in terra, (escluso l'utilizzo nella realizzazione di manufatti in terra rinforzata e muri verdi), mediante l'inserimento alla base o in strati intermedi di geotessili, nella direzione di sforzo prevalente.
La misurazione verrà effettuata calcolando con metodo geometrico, l'effettiva superficie del materiale posto in opera.
Unità di misura MQ

10.6.8 - TRASPORTI A DISCARICA O DA CAVA DI PRESTITO

I trasporti a Discarica o da Cava di Prestito sono inclusi nei singoli articoli di Elenco Prezzi, fino ad una distanza massima di 5 km dal perimetro del lotto.
Oltre tale distanza viene applicato il relativo sovraprezzo da Elenco Prezzi, valutato per ogni metro cubo e per ogni km eccedente i primi 5 km.

10.6.9 - DEMOLIZIONE DI MURATURE

Demolizione di Murature di qualsiasi genere, entro e fuori terra e delle strutture in C.A.
La misurazione verrà computata misurando geometricamente l'effettivo volume dei manufatti interessati dalla demolizione, senza conteggiare i vuoti di area maggiori di 1,00 mq.
Unità di misura MC

10.6.10 - DEMOLIZIONE INTEGRALE DI FABBRICATI E DI STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.

Demolizione Integrale di Fabbricati e di Strutture in C.A. e C.A.P. di qualsiasi genere, entro e fuori terra.
La misurazione verrà computata conteggiando i volumi, calcolati vuoto per pieno, misurati geometricamente dal filo delle pareti esterne e della copertura, con esclusione di balconi, aggetti, sporgenze o simili.
Unità di misura MC

10.6.11 - DEMOLIZIONE DI IMPALCATI IN C.A.P. O STRUTTURE SIMILARI IN C.A., SIA TOTALI CHE PARZIALI E/O A SEZIONE OBBLIGATA

Demolizione di opere d'arte da suddividersi in elementi, quali le travi, da eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità delle parti di struttura sottostante.
Demolizione a sezione obbligata di qualsiasi dimensione eseguite anche in breccia, a qualsiasi altezza, di porzioni di strutture in conglomerato cementizio armato e/o precompresso, di impalcati di opere d'arte e di pile esistenti, per modifiche od allargamenti della sede stradale, per rifacimento di parti di strutture per creare ammorsamenti, per formazione di incavi per l'incastro di travi, per l'alloggiamento di particolari attrezzature, per variazioni della sezione dei cordoli di coronamento ecc.
La misurazione verrà computata misurando geometricamente i volumi effettivamente interessati dalle demolizioni.
Unità di misura MC

10.6.12 - IDRODEMOLIZIONE E ASPORTAZIONE CORTICALE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO SULL'INTRADOSSO ED ESTRADOSSO DEGLI IMPALCATI, COMPRESE LE SUPERFICI VERTICALI DI SPALLE, PILE, PULVINI, MURI, ECC – PER UNO SPESSORE MEDIO FINO A 3 CM

Idrodemolízione superficiale di strutture in Cemento Armato su superfici sia verticali che orizzontali, sia per l'asportazione delle parti ammalorate che per la preparazione delle zone di attacco tra vecchi e nuovi getti.
Compresa l'eventuale scalpellatura di rifinitura, mediante demolitori leggeri e l'approvvigionamento dell'acqua.
La misurazione verrà computata misurando geometricamente lo spessore medio del materiale da rimuovere mediante rilievo su un reticolo di 1,00 mt di lato
Unità di misura MQ fino a 3cm
Unità di misura MQxCM per ogni cm in più

10.6.13 - DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE

Demolizione di Sovrastruttura Stradale comprese le pavimentazioni, da eseguirsi anche in presenza di traffico, la frantumazione del materiale demolito per poterlo adoperare per altri usi stradali, ove ritenuto tecnicamente idoneo ed autorizzato dalla DL.
La misurazione verrà computata misurando geometricamente lo spessore del materiale da rimuovere misurato per la superficie interessata alla demolizione.
Unità di misura MC

10.6.14 - DEMOLIZIONE E ASPORTAZIONE GIUNTI E DELLA PAVIMENTAZIONE IN CORRISPONDENZA DEI GIUNTI

Demolizione e asportazione di pavimentazione a cavallo dei giunti di dilatazione di impalcati di opere d'arte, in presenza o meno degli stessi per qualsiasi larghezza e qualsiasi spessore, fino a raggiungere l'estradosso della soletta.
Demolizione e/o asportazione di esistente struttura e/o apparecchio di giunto di dilatazione su impalcati di opere d'arte, di qualsiasi tipo e dimensione, fino a raggiungere l'estradosso della soletta.
La misurazione verrà computata misurando geometricamente l'effettivo sviluppo lineare del giunto stesso.
Unità di misura ML

10.6.15 - SPICCONATURA DI INTONACO

Spicconatura di intonaco mediante l'utilizzo di mezzo meccanico e/o manuale, comprensivo di ogni mezzo provvisionale.
La misurazione verrà computata misurando geometricamente la superficie da rimuovere misurata vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiori a 2,00mq.
Unità di misura MQ

10.6.16 - RIMOZIONE E DEMOLIZIONE STRUTTURE IN ACCIAIO

La rimozione, demolizione e/o smontaggio di strutture dovrà procedere in maniera da non compromettere la stabilità delle strutture interessate e di quelle di collegamento. Sono comprese eventuali opere provvisorie di rafforzamento e puntellamento, tutte le attrezzature necessarie alla demolizione, il trasporto del materiale fino ad area da concordarsi.
La misurazione verrà effettuata misurando geometricamente i vari elementi componenti i manufatti di acciaio

rimossi, suddivisi per tipologia di profilato, o la dimensione e lo spessore nel caso di lamiere, moltiplicato per il peso specifico di 7,85 kg/dmc indicato nel D.M. 17 gennaio 2018
Unità di misura KG

10.7 - CONTROLLO

10.7.1 - DISPOSIZIONI GENERALI

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.
La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.
L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc.) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n° 14/1979.
Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.
I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.
I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.
La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.
L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.
La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.
I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella 1.
La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

Categorie di lavoro e materiali	Controlli previsti	Normativa di riferimento
Movimenti di terra		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
Piani di posa dei rilevati	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285 UNI 13286 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
Piani di posa delle fondazioni stradali in trincea	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI 13242-UNI 14688-UNI 13285 UNI 13286 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
Formazione dei rilevati	Classificazione delle ter-	UNI 13242-UNI 14688-UNI

	re Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	13285 UNI 13286 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII

10.7.2 - PROVE DI LABORATORIO

Accertamenti preventivi:
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (UNI 13286); la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

10.7.3 - PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma ai laboratori ufficiali (art.59 TU 380/2001 e NTC 2018)
I campioni verranno prelevati in contraddittorio.
Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.
I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.
La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Errore: sorgente del riferimento non trovata.

10.7.4 - PROVE DI CONTROLLO SUL PIANO DI POSA

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146- 1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.
Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.
La D.L. potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).
Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate al punto 10.3.3.1 - - Strato granulare anticapillare.

Tabella 1 Formazione del Rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Prospetto I - Classificazione delle terre			
Classificazione generale	**Terre ghiaia - sabbiose** **Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤35%**	**Terre limo - argillose** **Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332> 35%**	**Torbe e terre organiche**

													palustri
Gruppo	A_1		A_3	A_2				A_4	A_5	A_6	A_7		A_8
Sottogruppo	A_{1-a}	A_{1-b}		A_{2-4}	A_{2-5}	A_{2-6}	A_{2-7}				A_{7-5}	A_{7-6}	
Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio 2mm 0,4mm 0,063	 ≤50 ≤30 ≤15	 – ≤50 ≤25	 – >50 ≤10	– – ≤35	 – – ≤35	 – – ≤35	 – – ≤35	 – – >35	 – – > 35	 – – >35	 – – >35	 – – >35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332 Limite liquido Indice di plasticità	– ≤6		– N. P.	≤40 ≤10	> 40 ≤10 max	≤40 >10	> 40 > 10	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	> 40 > 10 (IP≤IL-30)	> 40 > 10 (IP>LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤4		≤8	≤12	≤16	≤20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia gras-		Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili forte-	Argille fortemente compressibili forte-	Torbe di recente o remota formazione,

il gruppo	sa , pomice, scorie vulcaniche, pozzolane						mente plastiche	mente plastiche	detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terre- no di sot- tofondo	Nessuna o lieve		Media	Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve	Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tena- cità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Pol- verulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille . Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla									

superficie un velo lucido di acqua libera , che comparirà comprimendo il campione fra le dita.

Tabella 2 Frequenza delle prove

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30			
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione UNI 13242 UNI 14688 UNI 13285	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. UNI 13286	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteri-						

stiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati

10.7.5 - CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI DA DEMOLIZIONE EDILE

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

10.7.5.1 - Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI 13286);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles;. sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m^3 di materiale da porre in opera.

10.7.5.2 - Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m^3 di materiale posto in opera.

10.7.6 - CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI INDUSTRIALI – SCORIE

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

10.7.6.1 - Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI 13286);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica;
- determinazione dell'attività.

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

10.7.6.2 - Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m3 di materiale posto in opera.

10.7.7 - TELO GEOTESSILE "TESSUTO NON TESSUTO"

Le normative di riferimento UNI EN maggiormente impiegate per l'esecuzione delle prove sui geotessili sono:

Campionatura Caratteristica	Riferimento

Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti	UNI EN 13252
Prova di punzona mento statico (metodo CBR)	UNI EN ISO 12236
Prova di trazione a banda larga	UNI EN ISO 10319
Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno	UNI EN 13251
Identificazione in sito	UNI EN ISO 110320
Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)	UNI EN 13249
Massa Areica	UNI EN ISO 9864
Spessore	UNI EN ISO 9863-1
Apertura dei pori	UNI EN ISO 12956
Permeabilità perpendicolare all' acqua indice VH2050	UNI EN ISO 11058

Tra le prove eseguite rientrano anche quelle che il CSS svolge in veste ufficiale (campioni inviati dai Compartimenti).
Queste norme aggiornano e sostituiscono le CNR 110-111 del 1985 e le CNR da 141 a145 del 1992 oltre alle norme UNI (gruppo UNITEX).
Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.
La D.L., a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati.
Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.
I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

10.7.8 - CONTROLLO SCAVI

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

a. Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:
Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.
La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue:

- ogni 500 m^3 di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

b. Prove in sito

Terre:
si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.
Rocce:
si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.
Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.
Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

10.7.9 - CONTROLLO DRENI PREFABBRICATI

a. Controllo dei materiali

Il produttore allegherà ad ogni lotto una certificazione del prodotto dove saranno riportate le caratteristiche del materiale conformi a quanto specificato dal presente capitolato.

b. Attrezzature d'infissione

L'impresa dovrà presentare, prima dell'inizio dei lavori e per conoscenza, alla D.L. una relazione tecnica riguardante le metodologie scelte per la realizzazione dei dreni e le caratteristiche delle attrezzature.
Qualora si preveda di impiegare sonde a rotazione o a rotopercussione, la D.L. dovrà approvare specificatamente l'impiego di tali attrezzature.
Durante la posa in opera dovrà essere redatta una apposita scheda sulla quale dovrà essere riportata la effettiva lunghezza installata per ciascun dreno.
Si dovrà riportare inoltre la posizione planimetrica rispetto agli elaborati di progetto, e che questa non si discosti più di 10 cm dalla suddetta posizione.

10.7.10 - CONTROLLO DRENI IN SABBIA

a. Qualifica dei materiali

L'Impresa per ogni lotto fornito, e comunque ogni 100 m^3 di sabbia, dovrà effettuare prove granulometriche atte a verificare la conformità della partita alla granulometria specificata negli elaborati progettuali.
In assenza di tali specifiche, si adotterà il fuso riportato nel punto 10.4.3.2 - - Modalità esecutive del presente capitolato.

b. Attrezzature d'impiego

Qualora si preveda di impiegare fluidi di perforazione diversi da acqua o additivi di questa, si richiederà l'approvazione specifica della DL.

c. Fase esecutiva

In fase esecutiva per ogni dreno si dovrà compilare una scheda sulla quale verranno riportate:

- discordanza con la posizione di progetto, che comunque non dovrà essere superiore a 10 cm;
- profondità raggiunta dalla perforazione;
- quantitativo complessivo di sabbia immessa;
- caratteristiche della certificazione relativa al lotto di materiale granulare;
- caratteristiche delle attrezzature di perforazione;
- fluido impiegato per la perforazione.

10.8 - NORMATIVE DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 81/08 e s.m.i. "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale".
Norme Tecniche per le costruzioni (semplicemente chiamate NTC).

CAPO - 11 - IT.PRL.05.16 - Rev. 2.0 - Calcestruzzi, malte e acciai per c.a. e c.a.p.

Indice generale

CAPO - 1 - IT.PRL.05.16 - Rev. 2.0 - Calcestruzzi, malte e acciai per c.a. e c.a.p. 1
1.1 - PREMESSA 4
1.2 - CONGLOMERATI CEMENTIZI 4
1.2.1 - Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo 6
1.2.2 - Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita 7
1.2.2.1 - Calcestruzzi speciali 9
1.3 - ACCIAI 11
1.3.1 - Caratteristiche tecniche 12
1.4 - CASSEFORME 13
1.4.1 - Caratteristiche tecniche 13
1.5 - MALTE E CALCESTRUZZI DA RIPRISTINO STRUTTURALE E PROTEZIONE 14
1.5.1 - Generalita' 15
1.5.2 - Protezione del calcestruzzo con sistemi protettivi e elettrochimici 15
1.5.2.1 - Preparazione del supporto e applicazione 16
1.5.2.2 - Definizioni 16
1.5.2.3 - Accettazione in cantiere 17
1.5.2.4 - Controllo in corso d'opera e controlli finali 18
1.5.2.5 - Non conformità 18
1.5.2.6 - Incremento della durabilità 18
1.5.3 - Interventi di ripristino di elementi strutturali degradati 20
1.5.3.1 - Preparazione del supporto per i ripristini 20
1.5.3.1.1 - Scalpellatura meccanica o idrodemolizione 20
1.5.3.1.2 - Trattamento barre d'armatura 21
1.5.3.1.3 - Posizionamento di armature aggiuntive e trattamento delle barre di armatura esistente 21
1.5.3.1.4 - Preparazione delle superfici da ripristinare 21
1.5.3.1.5 - Controllo in corso d'opera per la preparazione del supporto 22
1.5.3.2 - Ripristino con malte, conglomerati cementizi premescolati e/o predosati, cls . 22
1.5.3.2.1 - Degrado lieve 23
1.5.3.2.2 - Degrado medio 24
1.5.3.2.3 - Degrado profondo 26
1.5.3.2.4 - Degrado molto profondo 27
1.5.3.2.5 - Interventi rapidi anche a basse temperature 28
1.5.3.3 - Controllo in corso d'opera e controlli finali 28
1.5.3.4 - Non conformità 29
1.5.4 - Risanamento e rinforzo strutturale delle travi di impalcato in cap mediante l'utilizzo di placcaggi metallici e precompressione esterna 29
1.5.4.1 - Risanamento dell'intradosso travi 29
1.5.4.1.1 - Materiali 30
1.5.4.1.2 - Fasi esecutive e prescrizioni 30
1.5.4.2 - Risanamento dell'intradosso travi in presenza di cavità e relativa iniezione delle stesse 30
1.5.4.2.1 - Materiali 30
1.5.4.2.2 - Fasi esecutive e prescrizioni 31
1.5.4.3 - Iniezione delle guaine dei cavi esistenti 31
1.5.4.3.1 - Materiali 32
1.5.4.3.2 - Fasi esecutive e prescrizioni 32

1.5.4.4 - Rinforzo strutturale delle travi di impalcato mediante l'utilizzo di placcaggi metallicl 33
1.5.4.4.1 - Materiali.....33

1.5.4.4.2 - FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI 34
1.5.4.5 - Rinforzo strutturale delle travi di impalcato mediante precompressione esterna 35
1.5.4.5.1 - Materiali 35
1.5.4.5.2 - Fasi esecutive e prescrizioni 36
1.5.4.6 - Rinforzo strutturale dei trasversi di impalcato mediante precompressione esterna 38
1.5.4.6.1 - Materiali 38
1.5.4.6.2 - Fasi esecutive e prescrizioni 38
1.6 - ACCETTAZIONE E CONTROLLI 39
1.6.1 - Controllo delle certificazioni per materie prime e prodotti 39
1.6.2 - Prequalifica e qualifica 40
1.6.2.1 - Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi 40
1.6.2.1.1 - Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato 40
1.6.2.1.2 - Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato 42
1.6.2.1.3 - Qualifica dei calcestruzzi speciali 43
1.6.2.2 - Qualifica delle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione 44
1.6.2.3 - Qualifica degli acciai 44
1.6.2.3.1 - Acciaio per c.a 45
1.6.2.3.2 - Acciaio per c.a.p 45
1.6.3 - Controlli in corso d'opera 46
1.6.3.1 - Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi 46
1.6.3.1.1 - Controlli di accettazione sui conglomerati cementizi 46
1.6.3.1.2 - Controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera 47
1.6.3.1.3 - Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali 48
1.6.3.2 - Controlli sulle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione 48
1.6.3.3 - Controlli sugli acciai 49
1.6.4 - Laboratori 50
1.7 - MODALITÀ DI ESECUZIONE 50
1.7.1 - Confezionamento dei conglomerati cementizi 50
1.7.2 - Trasporto dei conglomerati cementizi 50
1.7.3 - Posa in opera dei conglomerati cementizi 51
1.7.3.1 - Operazioni preliminari 51
1.7.3.2 - Getto del calcestruzzo 51
1.7.3.3 - Posa in opera in climi freddi 52
1.7.3.4 - Posa in opera in climi caldi 53
1.7.3.5 - Riprese di getto 53
1.7.3.5.1 - Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco 54
1.7.3.5.2 - Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito 54
1.7.4 - Casseforme 54
1.7.4.1 - Pulizia e trattamento delle casseforme 54
1.7.4.2 - Predisposizione di fori, tracce e cavità 54
1.7.5 - Stagionatura e disarmo 55
1.7.5.1 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non casserate 55
1.7.5.2 - Rimozione dei casseri e maturazione umida 55
1.7.5.3 - Maturazione accelerata con trattamenti termici 56
1.7.5.4 - Regolarità delle superfici casserate 56
1.7.6 - Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio 57
1.7.7 - Armature per c.a 57
1.7.8 - Armature di precompressione 58
1.7.8.1 - Fili, barre e trefoli 58
1.7.8.2 - Tesatura delle armature di precompressione 59

1.7.8.3 - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove 59
1.7.8.3.1 - Misura della fluidità con il cono di Marsh 59
1.7.8.4 - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti 61
1.7.8.4.1 - Requisiti comuni 61
1.7.8.4.2 - Sistemi epossidici 61
1.7.8.4.3 - Boiacche cementizie 62
1.7.8.5 - Modalità di iniezione 62
1.7.8.5.1 - Iniezioni tradizionali 62
1.7.8.5.2 - Iniezioni sottovuoto 63
1.7.8.6 - Prove 63
1.7.9 - Malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione 63
1.7.10 - Tolleranze di esecuzione 63
1.8 - MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE 64
1.8.1 - Norme generali 64
1.8.2 - Criteri di misura 64
1.8.2.1 - Conglomerati cementizi 64
1.8.2.2 - Casseforme 65
1.8.2.3 - Acciaio per c.a. e c.a.p 65
1.9 - NON CONFORMITÀ E PENALI 66
1.9.1 - Conglomerati cementizi 66
1.9.2 - Acciaio per c.a. e c.a.p 67
1.10 - COLLAUDO 67
1.11 - MANUTENZIONE 67
1.11.1 - Contenuti ed articolazione del Piano di Manutenzione 67
1.12 - RIFERIMENTI NORMATIVI 68
1.13 - APPENDICE 69
1.13.1 - Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi 69
1.13.1.1 - Cemento 69
1.13.1.1.1 - Considerazioni generali 69
1.13.1.1.2 - Controlli sul cemento 70
1.13.1.2 - Aggiunte minerali 70
1.13.1.2.1 - Considerazioni generali 70
1.13.1.2.2 - Ceneri volanti 70
1.13.1.2.3 - Fumo di silice 71
1.13.1.2.4 - Loppa d'altoforno macinata 71
1.13.1.2.5 - Altri tipi di aggiunta minerale ad attività pozzolanica 71
1.13.1.3 - Aggregati 72
1.13.1.4 - Acqua di impasto 72
1.13.1.5 - Additivi 72
1.13.1.6 - Agenti espansivi non metallici 73
1.13.2 - Fibre 73
1.13.2.1 - Fibre per uso strutturale 73
1.13.2.1.1 - Caratteristiche tecniche 73
1.13.3 - Caratteristiche dei conglomerati cementizi 74
1.13.3.1 - Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati 74
1.13.3.2 - Lavorabilità 74
1.13.3.3 - Rapporto acqua/cemento 75
1.13.3.4 - Massa volumica 75
1.13.3.5 - Contenuto di aria 76
1.13.3.6 - Acqua di bleeding 76
1.13.3.7 - Misura della temperatura del calcestruzzo al getto 76

1.13.3.8 - Contenuto di cloruri nel calcestruzzo 76
1.13.3.9 - Grado di compattazione 76
1.13.3.10 - Tempo di presa 76
1.13.3.11 - Ulteriori prove per le miscele di calcestruzzi 76
1.13.3.11.1 - Resistenza a trazione indiretta 77
1.13.3.11.2 - Resistenza a flessione 77
1.13.3.11.3 - Modulo elastico statico e dinamico 77
1.13.3.11.4 - Deformazione viscosa 77
1.13.3.11.5 - Ritiro idraulico libero 77
1.13.3.11.6 - Espansione contrastata 77
1.13.3.11.7 - Profondità di penetrazione all'acqua 78
1.13.3.11.8 - Gradiente e ritiro termico 78
1.13.4 - Specificazione dei calcestruzzi proiettati 78
1.13.5 - Acciaio per c.a.: zincatura a caldo per immersione 79
1.14 - ALLEGATI 79
1.14.1 - ALLEGATO 1: CONTROLLI SUL CEMENTO 79
1.14.2 - ALLEGATO 2: CONTROLLI SULLE CENERI VOLANTI 80
1.14.3 - ALLEGATO 3: CONTROLLI SUL FUMO DI SILICE 82
1.14.4 - ALLEGATO 4: CONTROLLI SU LOPPA D'ALTOFORNO GRANULATA MACINATA 82
1.14.5 - ALLEGATO 5: CONTROLLI SUGLI AGGREGATI PER CALCESTRUZZO 83
1.14.6 - ALLEGATO 6: CONTROLLI SU ACQUA D'IMPASTO PER CALCESTRUZZO 86
1.14.7 - ALLEGATO 7: CONTROLLI SU ADDITIVI ED AGENTI ESPANSIVI 87
1.14.8 - ALLEGATO 8: CONTROLLI SULLE FIBRE 88
1.14.9 - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO 91

11.1 - PREMESSA

Le prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale di Appalto si applicano ai conglomerati cementizi per usi strutturali e non, armati e non, per opere in cemento armato normale e precompresso, anche fibrorinforzati, per la realizzazione di strutture gettate in opera o prefabbricate sia all'aperto che in sotterraneo.

Il presente Capitolato Speciale di Appalto specifica inoltre i requisiti, le caratteristiche prestazionali, le modalità di accettazione e di controllo dei calcestruzzi e degli acciai per la realizzazione delle opere in CA e CAP lungo le infrastrutture stradali della rete di competenza della Provincia di Savona.

Soluzioni alternative o innovative, sono considerate ammissibili solo quando sia dimostrabile e garantibile la parità o la superiorità ai requisiti prestazionali oltre specificati e/o la convenienza economica per la Provincia di Savona, nell'adozione del sistema innovativo.

11.2 - CONGLOMERATI CEMENTIZI

Conglomerati cementizi per opere all'aperto:

- CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER MAGRONE E/O OPERE DI SOTTOFONDAZIONE
  - CON CEMENTO: 150 kg/mc
  - CON CEMENTO: 200 kg/mc
  - CON CEMENTO: 250 kg/mc
  - CON CEMENTO: 300 kg/mc
  - CON CEMENTO: 350 kg/mc
- CALCESTRUZZO NON STRUTTURALE
  - CLASSE DI RESISTENZA C20/25 (RCK>=25 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C25/30 (RCK>=30 N/mmq)

- CALCESTRUZZI STRUTTURALI PER OPERE DI FONDAZIONE IN C.A. O C.A.P.
  - CLASSE DI RESISTENZA C25/30 (RCK>=30 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C28/35 (RCK>=35 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C30/37 (RCK>=37 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C32/40 (RCK>=40 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C35/45 (RCK>=45 N/mmq)
- CALCESTRUZZI STRUTTURALI PER OPERE IN ELEVAZIONE VERTICALI O ORIZZONTALI IN C.A. O C.A.P.
  - CLASSE DI RESISTENZA C25/30 (RCK>=30 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C28/35 (RCK>=35 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C30/37 (RCK>=37 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C32/40 (RCK>=40 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C35/45 (RCK>=45 N/mmq)
- CALCESTRUZZI STRUTTURALI PER OPERE IN C.A. O C.A.P. O PER ELEMENTI PREFABBRICATI
  - CLASSE DI RESISTENZA C40/50 (RCK>=50 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C45/55 (RCK>=55 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C50/60 (RCK>=60 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C55/67 (RCK>=67 N/mmq)
  - CLASSE DI RESISTENZA C60/75 (RCK>=75 N/mmq)
- SOVRAPPREZZO PERCENTUALE PER CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA
  - PER CLASSE CONSISTENZA S5
  - PER AUTOCOMPATTANTI SCC
  - PER IMPIEGO CEMENTO RESISTENTE AI SOLFATI
  - PER IMPIEGO CEMENTO A BASSO CALORE DI IDRATAZIONE
  - PER CALCESTRUZZO A RITIRO COMPENSATO
- SOVRAPPREZZO PERCENTUALE PER GETTI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO, DI CUI AI PRECEDENTI ARTICOLI
  - PER QUANTITATIVI UGUALI O INFERIORI A MC 2,00
  - PER QUANTITATIVI SUPERIORE A MC 2,00 ED INFERIORE A MC 5,00
- ADDITIVO PER CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER OGNI KG DI ADDITIVO

Conglomerati cementizi spruzzati per opere all'aperto:

- MURATURA DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO SPRUZZATO CONTENUTO MINIMO DI CEMENTO 200 KG/MC CLASSE C16/20 (Rck =>20N/mmq)
  - PER OGNI MC
  - PER RIVESTIMENTO DI CM 5
  - PER RIVESTIMENTO DI CM 10
  - PER RIVESTIMENTO DI CM 20
  - PER RIVESTIMENTO DI CM 25
- RIVESTIMENTI CON CALCESTRUZZO SPRUZZATO ALL'APERTO CLASSE 25/30 (RCK 30 N/mmq) IN OPERA
  - RIVESTIMENTO DI CM 5 SFRIDO 20%
  - RIVESTIMENTO DI CM 10 SFRIDO 20%
  - RIVESTIMENTO DI CM 15 SFRIDO 20%
  - RIVESTIMENTO DI CM 20 SFRIDO 20%
- RIVESTIMENTI CON CALCESTRUZZO SPRUZZATO ALL'APERTO CLASSE 28/35 (RCK 35 N/mmq) IN OPERA
  - PER OGNI MC SFRIDO 20%
  - RIVESTIMENTO DI CM 5 SFRIDO 20%
  - RIVESTIMENTO DI CM 10 SFRIDO 20%
  - RIVESTIMENTO DI CM 15 SFRIDO 20%
  - RIVESTIMENTO DI CM 20 SFRIDO 20%
- REGOLARIZZAZIONE DI PARATIE DI PALI CON SPRITZBETON E RETE

Conglomerati cementizi per opere in sotterraneo:

- CONGLOMERATO CEMENTIZIOPER RIVESTIMENTO IN SOTTERRANEO
  - TIPO RCK >= 30 N/MMQ PER CALOTTA E PIEDRITTI
  - TIPO RCK >= 30 N/MMQ PER POZZI PROFONDITÀ < 50 M
  - TIPO RCK >= 30 N/MMQ PER ARCO ROVESCIO
  - TIPO RCK >= 35 N/mmq PER GETTI DI CALOTTA O PIEDRITTI
  - TIPO RCK >= 35 N/mmq PER GETTI IN POZZO A PROFONDITÀ < 50 M
  - TIPO RCK >= 35 N/mmq PER GETTI DI ARCO ROVESCIO
  - MAGGIORAZIONE PER GETTO RIVESTIMENTO IN POZZI
  - C.02.002.a - TIPO RCK >= 35 N/MMQ PER POZZI PROFONDITÀ DA 50 A 100 M
  - C.02.002.b - TIPO RCK >= 35 N/MMQ PER POZZI PROFONDITÀ OLTRE I 100 M

Conglomerati cementizi spruzzati per opere in sotterraneo:

- C.02.011 CALCESTRUZZO SPRUZZATO RCK 35 N/mmq
  - C.02.011.1 PER RIVESTIMENTO FRONTE SCAVO
  - C.02.011.2 PER RIVESTIMENTO CUNICOLO
  - C.02.011.3 PER RIVESTIMENTO GALLERIE
  - C.02.011.3.a - rivestimento di cm 5
  - C.02.011.3.b- rivestimento di cm 10
  - C.02.011.3.c - rivestimento di cm 15
  - C.02.011.3.d- rivestimento di cm 20
  - C.02.011.3.e - rivestimento di cm 25
  - C.02.011.3.f - rivestimento di cm 30
  - C.02.011.4 PER RIVESTIMENTO POZZI
  - C.02.011.4.a - rivestimento per cm 5
  - C.02.011.4.b- rivestimento per cm 10
  - C.02.011.4.c - rivestimento per cm 20
  - C.02.011.4.d- rivestimento per cm 30

11.2.1 - Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo

Secondo il D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito indicate NTC), la durabilità delle opere in calcestruzzo è la capacità di mantenere entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche e funzionali in presenza di cause di degradazione, per tutta la vita nominale prevista in progetto. Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.
Secondo quanto previsto nel § 11.2.11 delle NTC, il progettista, valutate opportunamente le condizioni ambientali di impiego dei calcestruzzi, deve fissare le prescrizioni in termini di caratteristiche del calcestruzzo da impiegare, di valori del copriferro e di regole di maturazione dei getti.
Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali, occorrerà fare riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI 11104 e, in particolare, alle classi di esposizione riportate nel prospetto 1 della EN 206 ed ai valori limite per la composizione e per le prestazioni riportate nel prospetto 4 della UNI 11104 (vedi successivo par. 11.2.2 - - Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita).
Inoltre, ai fini di preservare le armature metalliche da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, lo spessore di copriferro da prevedere in progetto, cioè la misura tra la parete interna del cassero e la parte più esterna della circonferenza della barra più vicina, dovrà rispettare allo stesso tempo le indicazioni della UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 4.4.1 ed al § C4.1.6.1.3 della Circolare 21 Gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. (di seguito indicata Circolare esplicativa), garantire l'aderenza e la trasmissione degli sforzi tra acciaio e calcestruzzo e, se del caso, assicurare la resistenza al fuoco della struttura o dei singoli elementi interessati.
Con specifico riferimento agli spessori minimi di copriferro in funzione della classe di esposizione indicati nella UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2), si ricorda che i valori a garanzia di una durabilità di 50 anni sono quelli corrispondenti alla classe strutturale S4 dei prospetti 4.4N e 4.5N.
Nel caso la durabilità voglia essere aumentata, ad esempio fino a 100 anni, si dovrà considerare la classe strutturale S6, con un incremento di 10 mm di copriferro, ovvero si dovrà incrementare la classe di resistenza del calcestruzzo, secondo quanto indicato al prospetto 4.3N della stessa norma.
Per la valutazione del valore minimo dello strato di ricoprimento del calcestruzzo (copriferro) si rimanda a quanto riportato nel § 4.1.6.1.3 della NTC e nel § C4.1.6.1.3 della Circolare esplicativa.
In caso di formazioni di fessure nel copriferro, la massima apertura superficiale ammessa senza dover ricorrere alle operazioni di ripristino, sarà funzione della classe di esposizione della struttura.
Si prenderanno come riferimento i limiti riportati al §4.1.2.2.4 delle NTC:
per armature poco sensibili (acciai per c.a. non precompresso, inossidabili, zincati o rivestiti con specifici prodotti tipo UNI EN 1504-7):

- ≤ 0,4 per classi di esposizione X0, XC1, XC2, XC3, XF1;
- ≤ 0,3 per classi di esposizione XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3;
- ≤ 0,2 per classi di esposizione XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4; per armature sensibili, ovvero acciai per c.a.p.:
- ≤ 0,3 per classi di esposizione X0, XC1, XC2, XC3, XF1;
- ≤ 0,2 per classi di esposizione XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3;
- ≤ 0,1 per classi di esposizione XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4.

Qualora si rilevino in superficie fessure di apertura superiori ai limiti sopra indicati, dovute a difetti realizzativi, dopo aver valutato il danno, in funzione anche della tipologia di struttura, la Direzione Lavori, dopo opportuno approfondimento con indagini sullo stato fessurativo della struttura, potrà decidere di apportare un intervento di ripristino o, nei casi di danni più severi o per particolari criticità della struttura, disporre interventi di demolizione e

rifacimento delle strutture danneggiate, da eseguirsi a cura e spese dell'impresa.
Gli interventi di ripristino, da eseguirsi a cura e spese dell'impresa, saranno effettuati mediante sigillatura delle fessure con prodotti da iniezione conformi a UNI EN 1504-5 ed eventuali rivestimenti impermeabili ad acqua e CO2 conformi a UNI EN 1504/2.
Le suddette prescrizioni saranno applicate anche a tutti gli elementi prefabbricati e/o precompressi.

11.2.2 - Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita

Le materie prime utilizzate devono rispondere ai requisiti del § 11 delle NTC e saranno caratterizzate secondo quanto riportato al paragrafo 11.14 - - ALLEGATI.
I conglomerati cementizi sono confezionati a prestazione garantita forniti a piè d'opera, con classi di esposizione indicati negli elaborati progettuali secondo norma UNI EN 206 e UNI 11104 in alle NTC per qualsiasi classe di resistenza e confezionati a norma di legge anche se debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg per m3) confezionati con cemento, inerti acqua ed eventuale aggiunta di additivi, aggiunte minerali e fibre.
Si farà riferimento alle classi di resistenza, così come definite al § 4.1 delle Norme Tecniche per le costruzioni e riportate in Errore: sorgente del riferimento non trovata.
In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione, il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C(X/Y), dove:

- X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck), con rapporto altezza/diametro pari a 2;
- Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

Tabella 1 Classi di resistenza (rif. Tab. 4.1.I -NTC)

C8/10	C25/30	C45/55	C70/85
C12/15	C30/37	C50/60	C80/95
C16/20	C35/45	C55/67	C90/105
C20/25	C40/50	C60/75	

Oltre alle classi di resistenza riportate in Tabella 1 si possono prendere in considerazione le classi di resistenza già in uso C28/35 e C32/40.
Nella Errore: sorgente del riferimento non trovata, sono indicate le tipologie di conglomerato a "prestazione garantita" in conformità ai requisiti di durabilità indicati nella UNI EN 206 e nella UNI 11104.
Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possegga, al momento della consegna in cantiere, la lavorabilità prescritta in progetto e riportata per ogni specifica tipologia di conglomerato nella Errore: sorgente del riferimento non trovata.
Per quanto riguarda gli altri parametri per la caratterizzazione del calcestruzzo allo stato fresco ed indurito si rimanda a quanto indicato nel § 11.13.2 - - Fibre
Tabella 2 Tipologie di conglomerati cementizi a prestazione garantita in relazione ai campi di impiego della Errore: sorgente del riferimento non trovata.

Tipo	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza minima C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento ** [kg/m³]	Contenuto di aria in % UNI EN 12350/7	Dmax *** mm	Classe di consistenza UNI EN 12350/2 ***	Tipo di cemento **** (se necessario)	Classe contenuto in cloruri
I									
I-A	XC2	C (25/30)	0.60	300	≤ 2,50%	32	S4-S5	In caso di grandi spessori* :	Cl 0.4

								LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	
I-B	XA1	(30/37)	0.55	320	≤ 2,50%	32	S4-S5	In caso di grandi spesso-ri* LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	Cl 0.4
I-C	XA2	C (32/40)	0.50	340	≤ 2,5%	32	S4-S5	SR (Sulphate Resistant) e in caso di grandi spessori* an-che LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	Cl 0.4
I-D	XA3	C (35/45)	0.45	360	≤ 2,5%	32	S4-S5	SR (Sulphate Resistant) e in caso di grandi spessori* an-che LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	Cl 0.4
II									
II-A	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	≤ 2,5%	32	S4-S5		Cl 0.4 (Cl 0,2 se in XS1)
II-B	XF4	C 30/37	0.45	360	8 ± 1 % per Dmax ≤10mm 6 ± 1 % per Dmax = 10-20mm 5 ± 1 % per Dmax ≥20mm	32	S4-S5		Cl 0.2
III									
III-A	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	≤ 2,5%	32	S4-S5	In caso di grandi spesso-ri* LH (Low Heat) secondo UNI	Cl 0.4 (Cl 0,2 se in XS1)

								EN 197-1	
III-B	XF2	C (25/30)	0,5	340	8 ± 1 % per Dmax ≤10mm 6 ± 1 % per Dmax = 10-20mm 5 ± 1 % per Dmax ≥20mm	32	S4-S5	In caso di grandi spesso-ri* LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	Cl 0.2
IV									
IV-A	XC4	C (32/40)	0.50	340	≤ 2,5%	32	S4-S5		Cl 0.4
IV-B	XF2	C(25/30)	0.50	340	8 ± 1 % per Dmax ≤10mm 6 ± 1 % per Dmax = 10-20mm 5 ± 1 % per Dmax ≥20mm	32	S4-S5		Cl 0.2
V									
V-A	X0	C (20/25)	0.65	260	---	32	S4		Cl 0.4
V-B	XF2	C(25/30)	0.50	340	8 ± 1 % per Dmax ≤10mm 6 ± 1 % per Dmax = 10-20mm 5 ± 1 % per Dmax ≥20mm	32	S4		Cl 0.2

NOTE alla Errore: sorgente del riferimento non trovata

(*) Per la classificazione delle opere di grande spessore, vedi appresso "calcestruzzi per getti massivi".

(**) Come previsto al §5 della UNI 11104, nel caso di calcestruzzi destinati ad opere massive o di calcestruzzi speciali i requisiti di composizione e prestazione devono essere verificati e riconsiderati nei riguardi sia delle classi di esposizione che di specifici criteri di durabilità (es. minimizzazione dosaggio cemento per ridurre rischio fessurazione per calore di idratazione o ritiro igrometrico). In tal caso, eventuali deroghe (es. dosaggi di cemento inferiori ai minimi indicati nella Errore: sorgente del riferimento non trovata, raggiungimento della Rck a stagionature più lunghe rispetto ai 28 giorni) possono essere concesse in fase di prequalifica e qualifica delle miscele mediante preventiva definizione e successivo controllo delle caratteristiche prestazionali da capitolato che devono comunque essere raggiunte.

(***) Il Diametro massimo ed i valori della consistenza possono essere indicati diversamente a discrezione del Progettista, sulla base della geometria degli elementi strutturali, della loro posizione, della densità d'armatura e delle modalità esecutive. Per quanto riguarda il Dmax, in assenza di altra indicazione, si terranno presenti le seguenti limitazioni:

D_{max} < copri ferro;

D_{max} < interferro minimo – 5 mm;

D_{max} < ¼ della sezione minima della struttura.

(****) Si veda paragrafo 11.13.1.1.1 - - Considerazioni generali relativo alla scelta dei cementi raccomandabili in caso di esposizione ad aggressione da parte di cloruri o rischio di alcali reattività.

NOTA Resta inteso che le indicazioni del Progettista, qualora differenti, sono comunque vincolanti, se più restrittive di quelle ivi indicate; ad esempio, potranno essere prescritte ulteriori prove per le miscele di calcestruzzo (Errore: sorgente del riferimento non trovata) definiti e misurabili secondo quanto riportato al paragrafo Errore. L'origine r

iferimento non è stata trovata..
Tabella 3: Ulteriori prove per le miscele di calcestruzzo in funzione dei campi di impiego

Tipo	Campi di impiego	Resistenza a trazione indiretta	Resistenza a Flessione	Modulo elastico	Deform.-ne viscosa	Ritiro igrometrico libero	Espansione contrastata	Pronfondità di penetarzione all' acqua	Gradiente termico
I	Strutture di fondazione							X	Se di grande spessore X
II	Strutture orizzontali principali	X	X			X	X		Se di grande spessore X
III	Strutture verticali principali			X	X				Se di grande spessore X
IV	Strutture verticali ed orizzontali secondarie							Per tombini scatolari X	
V	Elementi non strutturali vari							X	

11.2.2.1 - Calcestruzzi speciali

Per quanto concerne i calcestruzzi speciali si individuano:

d. i calcestruzzi per getti massivi: laddove per opera "massiva" si intende qualunque volume di calcestruzzo con dimensioni tali da richiedere misure preventive per far fronte alla cospicua generazione di calore dovuta all'idratazione del cemento e alle conseguenti fessurazioni dovute cambiamento di volume, sia in fase di riscaldamento che di raffreddamento del getto. Impiegabili sia per le strutture di fondazione che per quelle in elevazione:
   - quando la struttura di fondazione (platea, plinto o trave di fondazione) ha uno spessore superiore a 150 cm;
   - quando le strutture o parti di struttura in elevazione (pilastri, pile, muri o setti verticali) hanno spessore o diametro superiore a 80 cm ed altezza superiore a 400 cm.
   - Il contenuto minimo di cemento dovrà essere adeguatamente stabilito in modo tale che durante il raffreddamento del conglomerato, dopo la rimozione dei casseri, siano soddisfatte le condizioni di cui al successivo par. 11.13.3.11.8 - - Gradiente e ritiro termico.
   - Una prima stima del dosaggio di cemento utilizzabile può essere effettuata imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo, ipotizzato in condizioni adiabatiche, non superi dopo 3 giorni i

35°C. Dovrà risultare:

- dove:
  δT_{3gg} = 35°C;
  c = dosaggio di cemento e di eventuali aggiunte di tipo II (kg/m^3) il cui contributo al calore di idratazione nei primi giorni di maturazione non possa considerarsi trascurabile;
  q_3 = calore di idratazione unitario del cemento (kJ/kg) a 3 giorni di maturazione (dato fornito dal produttore di cemento);
  m = peso specifico del calcestruzzo (kg/m^3);
  ρ = calore specifico del calcestruzzo (mediamente pari a 1 kJ/kg °C)
- I cementi con i valori di q3 più bassi sono classificati nella UNI EN 197-1 e vengono contraddistinti dalla sigla "LH" (Low Heat).
- Si ricorda che, come previsto al § 6 della UNI 11104, nel caso di calcestruzzi destinati ad opere massive, i requisiti di composizione, quali la minimizzazione del dosaggio cemento (per ridurre rischio fessurazione per calore) e la prestazione, devono essere verificati e riconsiderati nei riguardi sia delle classi di esposizione che di specifici criteri di durabilità di idratazione o ritiro igrometrico.
- In tal caso, potranno quindi essere concordate con il progettista e la Direzione lavori eventuali deroghe per dosaggi di cemento inferiori ai minimi indicati nella Errore: sorgente del riferimento non trovata precedentemente riportata e nel raggiungimento della R_{ck} a stagionature più lunghe rispetto ai 28 giorni, da verificare in fase di prequalifica e qualifica delle miscele.

e. i calcestruzzi a ritiro compensato: che saranno confezionati utilizzando agenti espansivi di tipo non metallico di cui al successivo § 11.13.1.6 - - Agenti espansivi non metallici, generalmente con dosaggi variabili tra i 20 ed i 40 kg/m3.
   - Ulteriori specifiche sono riportate ai § 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali e § 11.6.3.1.3 - - Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali

f. i calcestruzzi fibro-rinforzati: addizionati con fibre in polipropilene, PVA o acciaio con i seguenti scopi:
   - miglioramento del comportamento a trazione;
   - miglioramento del comportamento a trazione per flessione;
   - capacità di assorbire energia in fase post fessurativa;
   - aumento della capacità di assorbire variazioni termiche;
   - aumento della resistenza ad azioni cicliche (fatica);
   - prevenzione della fessurazione da ritiro idraulico.

Per la progettazione delle strutture in calcestruzzo fibro-rinforzato si farà riferimento alle indicazioni riportate nel CNR-DT 204/2006: "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo Fibro- rinforzato". Il contenuto in peso delle fibre è determinato dalle esigenze progettuali e se ne deve tenere conto in fase di messa a punto della miscela, per controllare le eventuali variazioni di comportamento del calcestruzzo allo stato fresco ed indurito.

- Ulteriori specifiche sono riportate ai § 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali e § 11.6.3.1.3 - - Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali

g. i calcestruzzi leggeri per uso strutturale e non: sono confezionati con aggregati leggeri minerali artificiali o naturali, con classi di massa volumica secca (tra 800 e 2.000 kg/m3) e di resistenza a compressione (da LC8/9 e LC80/88). Si farà riferimento a quanto indicato al § 4.1.12 delle NTC, con classi di resistenza ammesse da LC20/22 a LC55/60 e tipo di impiego secondo quanto riportato nella seguente Errore: sorgente del riferimento non trovata, valida anche per i calcestruzzi di peso normale (minimo C16/20 > 20MPa per strutture armate; minimo C28/35 per strutture armate precompresse);

Tabella 4 Impiego delle diverse classi di resistenza (rif. Tabella 4.1.II delle NTC)

STRUTTURE DI DESTINAZIONE	**CLASSE DI RESISTENZA MINIMA**
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11 NTC)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precompresse	C28/35

h. i calcestruzzi proiettati: posti in opera mediante spruzzo, attraverso una lancia ad aria compressa, contro una superficie di applicazione (supporto), in uno o più strati, in modo da realizzare riporti su elementi costruttivi esistenti o interi elementi bidimensionali (volte, rivestimenti di scarpate, ripristini corticali, ecc.) armati o non

armati, senza impiego di casserature. Per i calcestruzzi proiettati la produzione, la messa in opera ed il controllo sono regolati dalle norme UNI EN 14487-1 e UNI EN 14487-2, cui l'Impresa dovrà fare riferimento per quanto non espressamente indicato nel presente Capitolato. In conformità a quanto riportato al § 4 della UNI EN 14487-1, i calcestruzzi proiettati vengono classificati in funzione dei seguenti parametri:
  - consistenza della miscela umida (UNI EN 14487-1 § 4.1);
  - classe di esposizione (UNI EN 14487-1 § 4.2);
  - velocità di sviluppo delle prestazioni meccaniche nel calcestruzzo giovane (UNI EN 14487-1 § 4.3);
  - classe di resistenza (UNI EN 14487-1 § 4.4)

i. i calcestruzzi proiettati fibrorinforzati, inoltre, vengono classificati in base ai seguenti parametri:
  - classe di resistenza residua (UNI EN 14487-1 § 4.5.2);
  - capacità di assorbimento di energia ((UNI EN 14487-1 § 4.5.3)

j. Gli additivi per la proiezione, che sono delle sostanze, liquide e solide, aggiunte alla miscela base, per consentirne la proiezione e la posa in opera senza centine e casserature, si distinguono in:
  - acceleranti di presa e additivi acceleranti di presa non alcalini;
  - regolatori di consistenza;
  - miglioratori dell'aderenza.

Essi devono risultare conformi alla UNI EN 934-5

Per quanto riguarda i requisiti composizionali ed i limiti di dosaggio degli additivi, in aggiunta a quanto riportato nella UNI EN 934-5, valgono le seguenti limitazioni:

35. contenuto di solfati (espressi come SO_3) ≤ 1%;
36. per acceleranti a base di silicati di sodio:
  - rapporto in peso SiO_2 /Na_2O ≥ 3,4;
  - contenuto di cloruri < 0,1%;
  - pH ≤ di 11,5;
37. per conglomerati proiettati esposti ad attacco solfatico:
  - contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) ≤ 0,6% in peso sul cemento per additivi contenenti alcali;
  - contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) ≤ 1,0% in peso sul cemento per additivi non alcalini.

Per i controlli specifici relativi ai calcestruzzi speciali si rimanda ai paragrafi § 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali in fase di qualifica e § 11.6.3.1.3 - - Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali e 11.6.3.1 - - Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi in fase di controlli di accettazione.

I componenti del calcestruzzo proiettato di riferimento (cemento, acqua, eventuali aggiunte, aggregati, additivi, fibre, ecc.) dovranno risultare conformi a quanto riportato al paragrafo 11.13.1 - - Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi nonché alle indicazioni presenti nel prospetto 4 della UNI EN 14487-1.

NOTA Particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica della potenziale reattività con gli alcali degli aggregati, qualora si preveda di impiegare additivi per la proiezione a base di alcali.

NOTA Particolare attenzione dovrà essere posta all'effetto di riduzione delle prestazioni meccaniche, alle medie e lunghe stagionature, che gli additivi acceleranti di presa e di indurimento possono causare rispetto ai valori attesi nella miscela di riferimento senza accelerante. Si dovrà verificare, in fase di qualifica della miscela (vedi successivo § 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali), che la resistenza a compressione a 28 giorni sia conforme alle specifiche di progetto.

11.3 - ACCIAI

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:
Acciai per opere all'aperto:

- B.05.030 ACCIAIO IN BARRE TONDE B450C BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA
- B.05.031 SOVRAPPREZZO PER IL RIVESTIMENTO PROTETTIVO DELLE BARRE
  - B.05.031.a - PER BARRE DI DIAMETRO FINO A 10,00 MM
  - B.05.031.b - PER BARRE DI DIAMETRO DA 10,00 A 15,00 MM
  - B.05.031.c - PER BARRE DI DIAMETRO DA 15,00 A 20,00 MM
  - B.05.031.d - PER BARRE DI DIAMETRO DA 20,00 A 30,00 MM
  - B.05.031.e - PER BARRE DI DIAMETRO DA 30,00 A 40,00 MM
- B.05.040 TONDINO IN ACCIAIO INOX CLASSE B450C
  - B.05.040.a - PER ACCIAIO AISI 304L
  - B.05.040.b - PER ACCIAIO AISI 316L
- B.05.050 RETE ELETTROSALDATA
  - B.05.050.a - RETE ACCIAIO B450C
  - B.05.050.b - IN ACCIAIO INOX AISI 316L
  - B.05.050.c - IN ACCIAIO INOX AISI 304L
- B.05.060 SOVRAPREZZO ALL'ACCIAIO PER ZINCATURA A CALDO
- B.05.070 SOVRAPPREZZO PERCENTUALE PER IMPIEGO DI ACCIAIO DI CUI AGLI ARTICOLI B.05.030 -

B.05.050.a
  - B.05.070.a - PER QUANTITATIVI UGUALI O INFERIORI A 200 KG
  - B.05.070.b - PER QUANTITATIVI SUPERIORE A 200 KG ED INFERIORE A 500 KG

Acciai per precompressione:

- B.05.020 TESTATA D'ANCORAGGIO ATTIVA A TESATURA DI TREFOLI O CAVI PER C.A.P.
  - B.05.020.a - FINO A 7 TREFOLI
  - B.05.020.b - DA 8 FINO A 19 TREFOLI
  - B.05.020.c - OLTRE I 20 TREFOLI
- B.05.021 TESTATA D'ANCORAGGIO PASSIVA A TESATURA DI TREFOLI O CAVI PER C.A.P.
  - B.05.021.a - FINO A 7 TREFOLI
  - B.05.021.b - DA 8 FINO A 19 TREFOLI
  - B.05.021.c - OLTRE I 20 TREFOLI
- B.05.022 TESTATA D'ANCORAGGIO DI GIUNZIONE A TESATURA DI TREFOLI O CAVI PER C.A.P.
  - B.05.022.a - FINO A 7 TREFOLI
  - B.05.022.b - DA 8 FINO A 19 TREFOLI
  - B.05.022.c - OLTRE I 20 TREFOLI
- B.05.055 FILO IN ACCIAO PER PRECOMPRESSO DIAM 4 - 12 MM TIPO FP(O.2)K 1450 N/mmq
- B.05.056 TRECCIA IN ACCIAO PER PRECOMPRESSO QUAL. DIAM. FP(0.2)K 1600 N/mmq
- B.05.057 TREFOLO PER PRECOMPRESSO IN ACCIAIO FP(1)K ≥1670 N/mmq
- B.05.065 ACCIAIO IN BARRE TIPO DIWIDAG X C.A.P. CON FPYK ≥800 N/mmq
  - B.05.065.a - BARRE AVENTI FPYK > 835 N/mmq ED FPTK > 1030 N/mmq
  - B.05.065.b - BARRE AVENTI FPYK > 1080 N/mmq ED FPTK > 1230 N/mmq

Acciai per opere in sotterraneo:

- C.02.005 ACCIAIO IN BARRE TONDE
  - C.02.005.a - TIPO B450C AD ADERENZA MIGLIORATA PER LAVORI IN SOTTERRANEO
    - C.02.014 RETE DI ACCIAIO A MAGLIE ELETTRO SALDATE IN SOTTERRANEO

11.3.1 - Caratteristiche tecniche

Le diverse tipologie di acciaio ordinario per c.a. ad aderenza migliorata impiegabili, secondo quanto previsto al § 11 delle NTC, sono:

- acciaio tipo B450C
  - barre d'acciaio (6 mm ≤ Ø ≤ 40 mm), rotoli (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
  - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 16mm;
  - reti elettrosaldate: 6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm;
  - tralicci elettrosaldati 6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm
- acciaio tipo B450A
  - barre d'acciaio (5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm), rotoli (5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm);
  - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 10mm;
  - reti elettrosaldate: 5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm;
  - tralicci elettrosaldati 5 mm ≤ Ø ≤ 10 mm

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dalle NTC, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova.

Tabella 5 Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento $f_{y\ nom}$ e rottura $f_{t\ nom}$ degli acciai B450C e B450A

$f_{y\ nom}$	450 N/mm^2
$f_{t\ nom}$	540 N/mm^2

Gli acciai inossidabili, se il loro impiego è previsto in progetto, dovranno rispettare tutte le caratteristiche previste al § 11.3.2.8.1 delle NTC.

Quando previsto in progetto, gli acciai in barre e le reti di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo e dovranno rispettare tutte le caratteristiche previste al § 11.3.2.8.2. Per le modalità di controllo del rivestimento di zinco (qualità superficiale, adesione del rivestimento, massa di rivestimento per unità di superficie) e quale utile guida per la scelta dei quantitativi minimi di zinco, si può fare riferimento alle norme UNI 10622 ed UNI EN ISO 1461.

L'impiego di acciaio zincato, da parte del Progettista dovrà essere motivato sulla base di valutazioni oggettive, condivise dalla Provincia di Savona.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai per c.a.p. qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 delle NTC e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 delle NTC. Gli acciai per c.a.p. possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre). I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.
Tabella 6 (rif. tab 11.3.VIII NTC) Proprietà meccaniche e di duttilità, garantite dal fabbricante degli acciai per c.a.p. non inferiori a quelle riportate in tabella

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli e trecce	Trefoli compat-tati
Tensione caratteristica di rottura fptk N/mm^2	≥1000	≥1570	≥1860	≥1820
Tensione caratteristica allo 0,1 % di deformazione residua $f_{p(0,1)k}$ N/mm^2	------	≥1420	-----	-----
Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale $f_{p(1)k}$ N/mm^2	------	-----	≥1670	≥1620
Tensione caratteristiche di snervamento f_{pyk} N/mm^2	≥800	-----	-----	-----
Allungamento totale percentuale a carico massimo A_{gt}	≥3,5	≥3,5	≥3,5	≥3,5

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi alle specifiche di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

11.4 - CASSEFORME

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:
Casseforme per opere all'aperto:

- B.04.001 CASSEFORME PIANE ORIZZONTALI O VERTICALI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI
- B.04.002 CASSERATURE CURVE O BOMBATE PER STRUTTURE SPECIALI
- B.04.003 CASSEFORME A PERDERE
- B.04.004 ARMATURA PER CASSERI ORIZZONTALI O SUBORIZZONTALI PER STRUTTURE RETTILINEE
  - B.04.004.a - LUCE DA M 2,00 A 10,00
  - B.04.004.b - LUCE DA M 10,00 A 18,00
  - B.04.004.c - LUCE DA M 18,00 A 27,00
  - B.04.004.d - LUCE DA M 27,00 A 32,00
  - B.04.004.e - LUCE DA M 32,00 A 40,00
  - B.04.004.f - LUCE DA M 40,00 A 45,00
- B.04.005 SOVRAPREZZO PER ARMATURE DI CASSEFORME ORIZZONTALI CURVE R < 10 ML
- B.04.006 MAGGIORAZIONE PER ALTEZZE MEDIE SUPERIORI AI 10 M - PER OGNI 5 M
- B.04.008 SOVRAPPREZZO ALLA VOCE B.04.001 PER ARMATURA DI SOSTEGNO PER CASSERI INCLINATI OLTRE IL 25% SULLA VERTICALE
- Casseforme per opere in sotterraneo:
- C.02.003 CASSEFORME PER CALCESTRUZZI DI RIVESTIMENTO IN SOTTERRANEO
  - C.02.003.a - PER CALOTTA O PIEDRITTI DI GALLERIA AD UNICO GETTO
  - C.02.003.b - DI PIEDRITTI A SEZIONE CORRENTE IN SOTTOMURAZIONE
  - C.02.003.c - PER POZZI DI AEREAZIONE DI QUALUNQUE PROFONDITÀ
  - C.02.003.d - CASSEFORME DI TESTATE DEI CONCI

11.4.1 - Caratteristiche tecniche

Per le caratteristiche e l'utilizzo delle casseforme si farà riferimento a quanto indicato ai §§ 5.1 e 5.2 delle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in

opera" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Settembre 2017).
Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.
È prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibro-compressi o compensati; in ogni caso, esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate, per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.
Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, l'Impresa dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
I prodotti disarmanti dovranno essere conformi alla normativa vigente (fino a nuova pubblicazione fare riferimento alla UNI 8866, ritirata senza sostituzione).

11.5 - MALTE E CALCESTRUZZI DA RIPRISTINO STRUTTURALE E PROTEZIONE

Il presente capitolo, relativo al ripristino e alla protezione delle strutture in c.a. ed in c.a.p., si compone di tre parti principali:

1. La prima parte è relativa ai sistemi di protezione delle strutture in c.a. e c.a.p. certificate secondo la UNI EN 1504 – 2. E' possibile l'utilizzo di sistemi di protezione ottenuti tramite l'utilizzo di trattamenti filmogeni (di spessore inferiore a 1 mm) o sistemi di protezione ottenuti con rasature in polimero-cemento (con spessori che possono arrivare ai 5 mm).
2. La seconda relativa agli interventi di ripristino di elementi in c.a. che evidenziano fenomeni di degrado:
   - degrado lieve: rasanti cementizi polimero modificate per spessori da ripristinare da 1 a 10 mm,
   - degrado medio: malte tissotropiche o colabili per spessori da ripristinare da 10 mm a a 40 mm, eventualmente estendibili a 80 mm;
   - degrado profondo: calcestruzzi predosati e/o premiscelati marcati CE colabili per spessori da ripristinare da 40 mm 100 mm;
   - degrado molto profondo: per spessori da ripristinare oltre i 100 mm con l'uso di leganti espansivi premiscelati.

Si riporta a seguire una tabella riassuntiva di quanto sopra esposto. Si specifica che, quanto in essa contenuto, è a titolo indicativo ed esemplificativo.

<table>
<tr><td rowspan="8">Tecniche di applicazione</td><td>Degrado</td><td>Assente</td><td colspan="4">Lieve</td><td colspan="2">Medio</td><td colspan="3">Profondo</td><td>Molto profondo</td></tr>
<tr><td>Spessore di ripristino (mm)</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>10</td><td>10</td><td>40</td><td>40</td><td>80</td><td>100</td><td>>100</td></tr>
<tr><td colspan="12">Rivestimenti protettivi UNI EN 1504 - 2</td></tr>
<tr><td>Pennello/rullo/ spruzzo</td><td colspan="2">Pittura</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Rasatura</td><td colspan="4">Malta fine tissotropiche</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="12">Malte e calcestruzzi predosati e/o premiscelati mancati CE UNI EN 1504 - 3</td></tr>
<tr><td>Iniezione</td><td colspan="3">Boiacca</td><td></td><td></td><td colspan="3">Malta</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Rasatura</td><td colspan="5">Malta tissotropica</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	Spruzzo - Rinzaffo						Malta tissotropica*					
	Colaggio						Malta colabile*					
									Calcestruzzo predosato e/o premiscelato marcato CE			
												Calcestruzzo

Tabella 5.1

*Note: le malte potranno essere posate per spessore superiore a 50 mm solo se il ripristino viene realizzato a più mani. Tra una mano e l'altra è necessario garantire sulla superficie esterna del primo strato una ruvidità tale da garantire il corretto aggrappo dello strato successivo (UNI EN 1504-10). Si specifica che per tutti i ripristini superiori ai 30 mm è necessario utilizzare un'apposita armatura di contrasto.

Per ulteriore chiarezza si riportano le seguenti definizioni:

- Boiacca: Miscela omogenea di cemento e acqua; può contenere additivi e aggiunte (fumi di silice o altre aggiunte, tra cui filler, descritte al § 5 della EN 206)
- Malta: prodotto predosato e/o premiscelato costituito da legante idraulico (con eventuali aggiunte minerali, additivi e/o fibre) e aggregati fini con dimensione massima dell'aggregato minore o uguale a 4 mm (come definito al § 1 della norma EN 206).

Si specifica inoltre che:

Una malta/calcestruzzo premiscelata/o è un prodotto confezionato con materiale secco i cui componenti, selezionati e controllati come qualità, sono dosati e miscelati in stabilimento. Il prodotto è fornito in cantiere in confezioni di peso definite, dove viene impastato secondo le indicazioni del fabbricante.

Una malta/calcestruzzo predosata/o è un prodotto confezionato i cui componenti, selezionati e controllati come qualità, sono dosati in stabilimento e miscelati in cantiere secondo le indicazioni del fabbricante. I componenti del prodotto predosato possono essere forniti in una o più sezioni separate della stessa confezione, pertanto è necessario impastare l'intera confezione.

3. La terza relativa agli interventi strutturali di ripristino e rinforzo di travi e traversi. Nello specifico si affrontano le seguenti tematiche:
   - Risanamento intradosso travi;
   - Risanamento intradosso travi in presenza di cavità e relativa iniezione delle stesse;
   - Iniezione delle guaine dei cavi esistenti;
   - Il rinforzo delle travi in cap tramite placcaggi metallici;
   - Il rinforzo delle travi in cap tramite precompressione esterna;
   - Il rinforzo dei traversi in cap tramite precompressione esterna.

11.5.1 - Generalita'

Le strutture in calcestruzzo, cemento armato o cemento armato precompresso, che presentino danni generati da fenomeni di degrado del calcestruzzo e/o delle armature che tendono a diminuire la vita utile della struttura devono essere oggetto d'interventi di ripristino che abbiano come obiettivo prioritario la cessazione dei processi di deterioramento o, quando questo non risulti possibile per condizioni al contorno, il rallentamento dei processi in atto.

È indispensabile far precedere ogni intervento di ripristino da un piano d'indagini che consenta d'individuare la causa del degrado, l'estensione delle aree e gli spessori che saranno oggetto dell'intervento. Tali informazioni rendono possibile predisporre le più opportune tecniche d'intervento in grado di ristabilire un livello di durabilità elevato alla struttura. Gli interventi di ripristino/riparazione spesso divengono o sono affiancati da interventi di rinforzo quando per esempio risulti necessario eseguire il ringrosso della sezione originaria e non soltanto la sua ricostituzione. Una semplificazione molto utile è poter utilizzare quanto più possibile materiali che garantiscano requisiti e forniscano prestazioni idonee sia ad interventi di ripristino che di rinforzo.

Per garantire durabilità agli interventi è necessario:

- Individuare le cause che hanno determinato i degradi e definire le aree e gli spessori d'intervento;
- Scegliere le tecniche più idonee in relazione agli spessori e al tipo di elemento su cui si interviene;
- Prescrivere i materiali da utilizzare indicando requisiti, metodi di prova e prestazioni;
- Descrivere in modo dettagliato tutte le procedure di realizzazione;

- Controlli preliminari prima dell'inizio dei lavori;
- Controlli in corso d'opera, comprensivi di tempistiche di stagionatura (UNI EN 13670);
- Controlli sul ripristino eseguito

Avendo definito il grado di degrado, individuato l'estensione delle aree su cui intervenire e gli spessori d'intervento è possibile definire la tecnica realizzativa più appropriata (protezione, rasatura, rinzaffo o spruzzo, colaggio, incamiciatura) in relazione al tipo di elemento sui cui si deve intervenire.
A discrezione della D.L. può essere sempre richiesta un'applicazione pilota per la verifica di prodotti e sistemi e delle tecniche di intervento previste in progetto.
Per elemento strutturale o oggetto si intende la parte di struttura soggetta ad intervento di manutenzione: spalla, pila, pulvino, baggiolo, trave, soletta, cordolo, giunto, antenna, blocco di fondazione, plinto di fondazione, muro andatore ed ogni altra parte costitutiva dell'opera oggetto di intervento.

11.5.2 - Protezione del calcestruzzo con sistemi protettivi e elettrochimici

La scelta del sistema protettivo da utilizzare sarà identificata principalmente in base al tipo di elemento strutturale da proteggere (pila, trave etc.) e dall'ambiente in cui l'opera insiste ad esempio zona marina o di montagna. I requisiti prestazionali sono definiti dalla norma europea UNI EN 1504 "Prodotti e sistemi per la protezione delle strutture in calcestruzzo nella parte 2: sistemi di protezione delle superfici di calcestruzzo"
L'applicazione di sistemi protettivi è la tecnica che si utilizza per proteggere l'elemento strutturale dall'aggressione di agenti aggressivi esterni quando attraverso le indagini si è accertata una delle seguenti situazioni:

- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, ancorché le indagini abbiano rivelato la presenza di uno spessore di calcestruzzo carbonatato, purché inferiore al copriferro;
- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, anche se le indagini hanno rilevato che sono iniziati fenomeni di corrosione nelle armature.
- la struttura è stata ripristinata ma la particolare criticità delle zone di intervento (es. pulvini, giunti, presenza di acque dilavanti) oppure il contesto paesaggistico impongono progetti di mitigazione sul paesaggio

Il sistema protettivo deve essere capace di costituire uno schermo verso l'ambiente impedendo da un lato la penetrazione degli aggressivi, dall'altro quella dell'acqua e dell'anidride carbonica che riducendo l'alcalinità della pasta cementizia distruggono l'ambiente passivante per i ferri d'armatura ed innescano le condizioni che favoriscono le reazioni che causano il degrado delle strutture.
L'efficacia della protezione è fortemente dipendente dalle proprietà barriera del sistema protettivo scelto. Ogni sistema protettivo ha uno spessore tipico di riferimento; tale dato deve essere indicato in maniera chiara nel progetto. È sempre opportuno realizzare lo spessore previsto applicando due strati di prodotto in direzione 0-90°.
I sistemi protettivi superficiali si dividono inoltre per caratteristiche fisiche e per natura del polimero. Caratteristiche fisiche:

- caratteristiche elastomeriche o fortemente idrorepellenti più adatte per tutte quelle strutture che subiscono stress per flessione per i carichi ciclici o di allungamento e contrazione del calcestruzzo a causa o dei cicli termici per impedire l'ingresso di soluzioni di cloruri;
- rigidi per elementi strutturali compressi.

Natura del polimero:

- in funzione della natura del polimero che costituisce la base chimica del protettivo, poliuretanico, acrilico, metacrilico, fluorurato si ottengono diverse prestazioni meccaniche.

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:

- B.09.105 Sistema di protezione del cls
  - B.09.105.1 con uno strato di protettivo elastico
    - B.09.105.1.a bicomponente a base di resina poliuretanica elastomerica
    - B.09.105.1.b monocomponente a base di resina acrilica elastomerica
  - B.09.105.2 con uno strato di protettivo rigido monocomponente a base di resina metacrilica
- B.09.115 Trattamento idrofobizzante di calcestruzzi armati
- B.09.120 Lavaggio chimico
- B.09.125 Protezione di superfici in calcestruzzo nuovo o ripristinato con finiture poliuretaniche fluorurate
  - B.09.125.1.a Finitura in tinta
    - B.09.125.1.b Finitura trasparente opaca

11.5.2.1 - Preparazione del supporto e applicazione

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

- Preparazione del supporto con sabbiatura, idrosabbiatura o idrolavaggio con acqua in pressione per ottenere una superficie leggermente ruvida e per eliminare qualsiasi elemento che possa pregiudicare l'aderenza.
- Pulizia delle superfici su cui intervenire con lavaggio o con aria compressa al momento dell'applicazione il supporto deve risultare asciutto.

- Verifica che le condizioni ambientali e del supporto siano idonee all'applicazione.
- Applicazione del promotore di adesione (primer) quando faccia parte del sistema.
- La miscelazione deve avvenire con idonea attrezzatura e per un tempo che garantisca l'omogeneità del prodotto e comunque conformemente alle schede tecniche e di prodotto. Nel caso di prodotti bicomponenti è fondamentale rispettare con estrema esattezza i rapporti di miscelazione;
- Applicazione del ciclo rispettando i tempi di sovraverniciatura tra i singoli strati.

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni indicate.

11.5.2.2 - Definizioni

SISTEMA PROTETTIVO ELASTOMERICO POLIURETANICO
Sistema protettivo filmogeno, elastico, bicomponente, a base di resine poliuretaniche in solvente che consente di fare da ponte a stati fessurativi derivanti da ritiro plastico o igrometrico. L'applicazione dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto in calcestruzzo, in uno spessore secco non inferiore a 400 µm, previa applicazione di primer bicomponente a base di resine epossipoliammidiche, in uno spessore secco minimo di 50 µm.
SISTEMA PROTETTIVO ELASTOMERICO ACRILICO
Sistema protettivo filmogeno, elastico, monocomponente, a base di resina acrilica dispersa in acqua, applicabile manualmente con rullo, pennello o meccanicamente con sistema airless, per strutture a contatto non permanente con acqua.
L'applicazione dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto in calcestruzzo, in uno spessore secco non inferiore a 400 µm, previa applicazione di primer monocomponente a base di resine acriliche, in uno spessore secco minimo di 50 µm al fine di regolare l'assorbimento del supporto e migliorare l'adesione del rivestimento.
Non deve essere applicato per la protezione di strutture a costante contatto con acqua. Essendo un prodotto in emulsione acquosa soffre l'applicazione a basse temperature.
SISTEMA PROTETTIVO RIGIDO METACRILICO
Sistema protettivo filmogeno, rigido, monocomponente, a base di resine metacriliche in solvente applicabile manualmente con rullo, pennello o meccanicamente con sistema airless.
L'applicazione dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto in calcestruzzo, in uno spessore secco non inferiore a 200 µm, previa applicazione di primer a base di resine metacriliche non inferiore a 50 µm, al fine di regolare l'assorbimento del supporto e migliorare l'adesione del rivestimento.
SISTEMA PROTETTIVO POLIURETANICO FLUORURATO
Sistema protettivo ad alta durabilità con finiture fluorurate in tinta eventualmente con caratteristiche antigraffiti. Ciclo protettivo multistrato ad alta durabilità con finitura costituita da pittura poliuretanica fluorurata bicomponente ad alto tenore di fluoro e basso contenuto di SOV; applicabile manualmente con rullo, pennello, spruzzo misto aria o airless.
L'applicazione dovrà essere effettuata, previa preparazione del supporto in calcestruzzo, in uno spessore secco totale non inferiore a 80 µm, previa applicazione di fissativo silossanico, fondo all'acqua di tipo acriluretanico, non inferiore a 40 µm, e finitura fluorurata non inferiore a 40 µm.
In caso di colori aventi bassa copertura quali alcuni gialli, arancio ecc., lo spessore complessivo del rivestimento non dovrà totale superare 120 micron DFT.
Per progetti di manutenzione, restauro o nuova costruzione di opere di carattere architettonico oppure dove è necessario preservare l'aspetto del calcestruzzo a vista e garantire l'azione anti-carbonatazione del rivestimento protettivo si applica il ciclo protettivo ad alta durabilità con finiture fluorurate opaca trasparente
eventualmente con caratteristiche antigraffiti, spessore minimo > 70 micron; la sequenza dei diversi strati è analoga al ciclo fluorurato in tinta.
PROTEZIONE DEL CLS CON SISTEMI IMPREGNANTI
Il protettivo impregnante a base di silani può essere utilizzato come idrorepellente per aiutare a prevenire la corrosione in tutte le nuove strutture operanti in ambienti con modesta aggressività.
TRATTAMENTI ELASTOMERICI CEMENTIZI
Malta cementizia tissotropica, premiscelata, con fibre sintetiche e resine polimeriche certificata UNI EN 1504-2. Si fa riferimento al paragrafo § 11.5.3.2.1 - - Degrado lieve

11.5.2.3 - Accettazione in cantiere

Per tutti i prodotti e sistemi soggetti a marcatura CE in accordo alla UNI EN 1504-2 è richiesta l'adozione del sistema di Valutazione e Verifica della Costanza di Prestazione (VVCP) di tipo 2+, tra quelli previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione n°305/2011/UE (d'ora in avanti "RPC") e la disponibilità della Dichiarazione di Prestazione ("DdP" o "DoP") riportante le prestazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti per l'impiego previsto del prodotto o sistema, in accordo alle tabelle ZA.1 pertinenti (ovvero: ZA.1a o ZA.1b e/o ZA.1c per gli impregnanti; da ZA.1e a ZA.1g per i sistemi protettivi).
Per i prodotti e sistemi protettivi da costruzione recanti la Marcatura CE, sarà onere del Direttore dei Lavori:

- accertarsi della corretta apposizione della stessa sulle schede tecniche relativi ai prodotti e sistemi, sull'imballo o sui documenti di accompagnamento, in conformità a quanto stabilito dall'art. 9 del RPC;
- del possesso della marcatura stessa e richiedere per ciascun prodotto la relativa DdP (o DoP) ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto e sistema protettivo, il Certificato, ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Tale DdP dovrà essere redatta dal produttore in conformità all'art. 6 del RPC e pertanto riportare le caratteristiche essenziali e le relative prestazioni dichiarate con riferimento alla specifica tecnica armonizzata pertinente secondo l'utilizzo per il quale il prodotto è stato qualificato. La specifica tecnica armonizzata dichiarata deve essere una norma europea armonizzata oppure un Documento per la Valutazione Europea (DVE) in base al quale al produttore è stata rilasciata una Valutazione Tecnica Europea (VTE)
- verificare che rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previste nella specifica tecnica armonizzata.

Per i materiali e prodotti ad uso strutturale non qualificati mediante la Marcatura CE, ai sensi delle NTC, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione (NTC cap. 11.1, caso B) o del Certificato di Valutazione Tecnica (NTC, cap. 11.1 caso C).
Nella relazione di presentazione dei prodotti e sistemi protettivi, l'Impresa dovrà fare esplicito riferimento a:

- Prodotti e sistemi protettivi che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documentazione comprovante la marcatura CE dei prodotti e sistemi protettivi o altra certificazione volontaria del produttore e relative schede tecniche;
- condizioni di stagionatura utilizzate per specifiche verifiche;
- criteri di posa in opera;
- le attrezzature che verranno utilizzate per eseguire tutte le varie fasi realizzative previste e che l'intero processo realizzativo sia corrispondente a quanto previsto in progetto.

La documentazione relativa ai sistemi proposti contenente anche la DdP (o DoP) dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'applicazione.
Per i limiti di accettazione da controllare nelle relative schede tecniche dei prodotti e sistemi far riferimento alle caratteristiche prestazionali indicate nelle specifiche voci di prezzo.

11.5.2.4 - Controllo in corso d'opera e controlli finali

Si riportano in seguito le tipologie di caratteristiche che la DL dovrà sottoporre a prova e le relative frequenze minime di prova. Si specifica che la DL potrà, in ogni momento, eseguire qualsiasi prova e/o indagine aggiuntiva per accertare l'efficacia delle lavorazioni.

Caratteristica	**Metodo di prova**	**Norma di riferimento europea o ISO**
Condizioni dopo l'indurimento		
Spessore del rivestimento secco	Metodo ottico	ISO EN 2808 (par. 5.4)
Aderenza del rivestimento	Prova di trazione diretta	EN 1542

Le frequenze minime dei controlli sono indicate nella tabella seguente:

Caratteristica	**Frequenza di prova**
Spessore del rivestimento secco	Almeno una prova per ogni 200 mq di rivestimento applicato.
Aderenza del rivestimento	Almeno una prova per ogni 400 mq di rivestimento applicato.

Si riporta un estratto del Prospetto A.3 - APPENDICE A (punto A.5.3) - UNI EN 1504 -10 "Parametri minimi e massimi accettabili". Teli parametri devono essere presi come riferimento qualora non fossero indicati limiti accettabili per i risultati delle prove.

Caratteristica	**Metodo di prova**	**Norma di rife-**	**Parametri minimi e massimi**

		rimento euro-pea o ISO	**accettabili. (Prospetto A.3 - APPENDICE A (punto A.5.3) - UNI EN 1504-10).**
Aderenza del rive-stimento	Prova di trazione di-retta	EN 1542	Può variare, ma non può essere mai maggiore della resistenza a trazione superficiale del substrato.

11.5.2.5 - Non conformità

Per le valutazioni sulla non conformità dei sistemi protettivi si rimanda integralmente al paragrafo 11.9 - - NON CONFORMITÀ E PENALI.

11.5.2.6 - Incremento della durabilità

L'aumento della durabilità degli interventi di ripristino può essere ottenuto sia mediante l'applicazione di sistemi protettivi che impediscano la carbonatazione del calcestruzzo sia mediante dei sistemi di protezione elettrochimica come la protezione catodica galvanica delle armature presenti nel c.a.
L'uso di sistemi protettivi ad elevata proprietà di barriera alla CO_2 rappresenta uno dei criteri integrativi più semplici ed economici previste dalle UNI EN 206 e dalle NTC 2018 e succ. per aumentare la durabilità delle opere in calcestruzzo. Si raccomanda l'uso quanto più esteso possibile di rivestimenti protettivi aventi una permeabilità alla CO_2 Sd > 100 metri, preferibilmente > 300 metri. L'aumento delle proprietà barriera alla CO_2 non dovrà andare a discapito della permeabilità al vapor d'acqua con Sd H_2O < 3 m.
La protezione galvanica delle armature è una tecnica di sicuro interesse per la manutenzione del c.a. Il principio fisico utilizzato è quello del sacrificio di un metallo a più alta elettronegatività quale lo zinco rispetto ad un metallo più nobile ed a minore elettronegatività come l'acciaio. Per limitare il fenomeno corrosivo e quindi rendere più durevoli gli elementi in calcestruzzo armato operanti in un ambiente aggressivo è possibile ricorrere al sistema di protezione delle barre di armatura definito "catodico galvanico".
Tale tecnica si basa sull'accoppiamento di due metalli: l'acciaio al carbonio di cui sono costituite le barre di armatura e lo zinco che viene applicato direttamente a contatto con il metallo mediante degli anodi interni o attraverso anodi laminari esterni che vengono posizionati sulla superficie del calcestruzzo e collegati alle barre d'armatura. Collegando elettricamente i due metalli, grazie alla funzione di elettrolita svolta dal calcestruzzo o dalla malta in cui gli anodi sono annegati, si genera una corrente continua, che consente di abbassare il potenziale elettrico dell'acciaio e di proteggerlo così dalla corrosione. Il metallo con il potenziale elettrico più negativo si ossida, proteggendo il metallo con il potenziale meno negativo, che rimane protetto.
Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:

- B.09.525 Protezione galvanica con anodi di sacrificio interni
  - B.09.525.a Lunghezza 10 centimetri
  - B.09.525.b Lunghezza 20 centimetri
- B.09.530 Protezione galvanica con anodi di sacrificio esterni
- B.09.532 Protezione attiva ferri d'armatura

La protezione catodica galvanica con anodi di zinco interni e laminari esterni.
Gli anodi sono composti da un'anima di zinco ricoperta da una speciale pasta conduttiva, (anodi interni) o un gel conduttivo adesivo (anodi laminari esterni), che li mantiene attivi ed efficienti nel tempo. Ogni anodo ha un proprio campo d'azione, all'interno del quale le armature risultano protette. Lo studio del posizionamento
degli anodi è eseguito, oltre che sulla base della densità di armatura, calcolata come rapporto tra la superficie di acciaio che si vuole proteggere e la superficie di calcestruzzo che viene a contatto con l'inquinante, anche tenendo in considerazione la geometria e l'esposizione della struttura agli agenti aggressivi. Il sistema risulta estremamente indicato nei casi in cui il calcestruzzo sia ricco di ioni cloruro che non possono essere integralmente allontanati dalla struttura esistente e quindi il fenomeno corrosivo è estremamente aggressivo.
Il sistema opportunamente installato consente un controllo periodico della funzionalità dello stesso attraverso un semplice tester in grado di misurare il potenziale delle armature. Il sistema di controllo può essere applicato in alcune zone scelte come rappresentative dell'intera struttura. È quindi possibile monitorare con la cadenza scelta lo stato di conservazione dell'opera ed il funzionamento del sistema, garantendo così un'immediata azione correttiva nel caso si rilevino dei malfunzionamenti della protezione o la sensibilità dell'elemento strutturale al degrado.
L'applicazione di qualsiasi sistema protettivo galvanico va preceduta, se necessario, dalla ricostruzione della sezione originaria dell'elemento da proteggere. La ricostruzione del copriferro esistente deve essere eseguita con prodotti

che abbiano una resistività simile a quella del calcestruzzo originario e che non abbiano fibre o aggregati metallici.
Stante l'alta specializzazione del settore a livello della progettazione, dell'installazione, dell'avviamento, della messa in esercizio e del controllo operativo nel lungo periodo del sistema di protezione catodica ad anodi esterni, l'impresa appaltatrice dovrà dichiarare espressamente di possedere o di avvalersi di tecnici esterni aventi il requisito di idoneità tecnico professionale indicato nel par 4.2 della nuova norma UNI EN/ISO 12696/2012 Cathodic Protection of steel in concrete, cioè la Certificazione Electrochemical Engineer NACE CP Specialist, ovvero la Certificazione di livello 3 in Protezione Catodica, rilasciata in conformità a UNI EN 15257 «Livelli di competenza e certificazione del personale di protezione catodica». In particolare, detta certificazione dovrà essere accettata dalla D.L., che la valuterà in riferimento alla esperienza specifica posseduta da tecnici/operatori nella applicazione di anodi di zinco interni o laminari esterni, per la protezione galvanica dell'acciaio nel calcestruzzo.
In particolare, in fase di installazione dovranno essere verificati i seguenti aspetti.

- Verifica della continuità elettrica dell'armatura esistente;
- Verifica di collegamento all'armatura esistente degli anodi sacrificali;
- Corretta applicazione dell'anodo sul manufatto esistente;
- Controllo della corretta connessione tra anodi e armatura.

La protezione con zinco a contatto diretto dell'armatura.
Ponendo protettivi zincanti sotto forma di paste ad alto contenuto di zinco direttamente a contatto con l'acciaio, previa sabbiatura o spazzolatura, in fase di ripristino delle armature si realizza un accoppiamento galvanico che per sviluppare pienamente la sua azione si avvantaggia dell'azione di elettrolita svolta dall'umidità presente della matrice cementizia.
La protezione con anodi ad attivazione alcalina
La Norma UNI EN 12696 stabilisce i requisiti prestazionali per la protezione catodica dell'acciaio nel calcestruzzo esposto all'atmosfera, sia in strutture nuove che in strutture esistenti.
Il paragrafo § 6.2.5 definisce in particolare le caratteristiche degli anodi galvanici che possono essere introdotti all'interno di una struttura in cemento armato nuova o esistente. Si tratta di anodi di zinco puro incapsulati in un involucro di materiale attivante privo di inquinanti a base di cloruri. Un tipo di anodo è costituito da un disco di zinco racchiuso in una malta attivante provvisto di connessioni alla barra di armatura.
In corrispondenza di una riparazione del calcestruzzo, si connettono all'armatura uno o più anodi galvanici. L'anodo, corrodendosi, fornirà una corrente che può essere sufficiente a proteggere una certa area intorno alla riparazione locale.
Negli anodi incapsulati in malta ad attivazione alcalina tutti i residui della corrosione dello zinco devono rimanere incapsulati, riducendo il rischio che residui inquinanti possano successivamente di-sperdersi nella struttura in c.a.

11.5.3 - Interventi di ripristino di elementi strutturali degradati

11.5.3.1 - Preparazione del supporto per i ripristini

- Sistemazione ferri di armatura
  - Esistente per preparazione nuovi lavori in c.a.
  - Passivazione dei ferri di armatura
  - Inghisaggi di ganci e/o barre di acciaio su strutture esistenti in calcestruzzo semplice, armato o precompresso
    - con impiego di resina epossidica per fori di diam. da 18 mm a 26 mm e lunghezza da cm 10 a cm 40
    - con impiego di malta cementizia espansiva premiscelata del tipo colabile
- Sistema di ancoraggio per barre B450C e ancorante
- Ravvivatura di strutture in conglomerato cementizio
- Bocciardatura meccanica o a mano di superfici cementizie
- Fresatura di impalcati in conglomerato cementizio
- Protezione attiva ferri d'armatura
  - Idrodemolizione di solette in c.a. all'estradosso o strutture verticali
  - Idrodemolizione di solette in c.a. all'intradosso o strutture verticali

Si riportano in seguito tutte le lavorazioni propedeutiche ad un ottimale preparazione del supporto.

11.5.3.1.1 - Scalpellatura meccanica o idrodemolizione

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 o come indicato in progetto, avverrà preferibilmente mediante idroscarifica o in alternativa con
scalpellatura o scarifica meccanica, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture esistenti.
L'idrodemolizione deve essere effettuata con lance manuali o sistemi automatizzati capaci di garantire un getto

d'acqua costante fino alla pressione massima di 1500 bar e la demolizione può essere completata con mezzi meccanici per piccole porzioni di materiale. La portata d'acqua ideale è compresa fra i 150-300 l/min.
La scelta di tale pressione massima è dettata dalla necessità di rimuovere in maniera mirata solo le parti superficiali non solidali al resto del calcestruzzo.
Come indicato dalla norma UNI EN 1504 -10, la pressione di 700 bar è sufficiente a rimuovere il calcestruzzo disgregato e a pulire le barre di armatura senza rischiare di creare dannose lesioni nel calcestruzzo non disgregato. L'uso di una pressione superiore è indicato quando si voglia eliminare anche il calcestruzzo non disgregato e ben adeso al supporto ma ammalorato. Tuttavia, l'idroscarifica e la relativa pressione e portata d'acqua di esecuzione deve essere conforme agli elaborati progettuali e tarata rispetto alla resistenza meccanica del calcestruzzo su cui si va ad operare.
L'idrodemolizione deve portare alla luce lo strato di calcestruzzo di buona qualità ed omogeneità ed eliminare ogni altro elemento che possa alterare la coesione dei successivi trattamenti e deve essere spinta fino ai valori di rimozione non eccedenti quanto stabilito nei disegni progettuali (da intendersi come valor medio sulla superficie interessata dal trattamento, come di seguito meglio esposto)
È necessario prevedere sistemi di raccolta e smaltimento delle acque di lavorazione.
In seguito alla scarifica o idroscarifica del calcestruzzo è fondamentale pulire le superfici da trattare, soprattutto se orizzontali, con l'idrolavaggio a 300-400 atm ed una portata d'acqua di almeno 150 l/min.
Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di preregolazione 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 di cui alla Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s. m.e i.
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 e ad avere fessure da ritiro igrometrico. È necessario quindi prevedere un'armatura di contrasto per spessori superiori ai 30 mm. In questo senso, oltre ai materiali tradizionali tipicamente vulnerabili ai fenomeni di corrosione tipici delle strutture in c.a. soprattutto negli strati corticali, si può considerare l'impiego di materiali innovativi insensibili alla corrosione, in forma di reti preformate in materiale composito (GFRP), alcalino resistenti costituite da fibra di vetro e resina termoindurente di tipo vinilestere-epossidico.

11.5.3.1.2 - Trattamento barre 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 o altro sistema, 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, uno dei seguenti materiali:

- pittura avente nel film secco un contenuto di zinco metallico > 92%, conforme alla norma ASTM 780-1, priva di alluminio, preferibilmente di tipo monocomponente, spessore >60 micron DFT che esplica l'azione protettiva sia per le proprietà barriera che come metallo di sacrificio rispetto alla barra di acciaio;
- una malta cementizia anticorrosiva rispondente alla UNI EN 1504-7; il prodotto 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 sia esso di tipo malta che pittura, dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504-7.
Per i limiti di accettazione da controllare nelle relative schede tecniche dei prodotti e sistemi far riferimento alle caratteristiche prestazionali indicate nelle specifiche voci di prezzo.

11.5.3.1.3 - Posizionamento di armature aggiuntive e trattamento delle barre di armatura esistente

Qualora sia necessario aggiungere delle armature a ripristino di quelle esistenti in avanzato stato di degrado, queste verranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto.
Si utilizzeranno barre di acciaio tipo B450C. In funzione delle specifiche di progetto oppure su richiesta della DL, sarà possibile applicare sulle barre un protettivo in conformità con quanto prescritto nel paragrafo § 11.5.3.1.2 - - Trattamento barre d'armatura

Dovrà sempre essere garantito un copriferro di spessore conforme alle specifiche di progetto e comunque mai

inferiore ai 20 mm.
L'ancoraggio verrà garantito mediante sistema costituito da resina chimica e barre B450C. Il sistema deve essere dotato di relativo certificato ETA secondo ETAG001 oppure EAD 330499-00-0601, DoP e marcato CE secondo la Valutazione Tecnica Europea per applicazioni strutturali in ambito sismico.
Per i limiti di accettazione da controllare nelle relative schede tecniche dei prodotti e sistemi far riferimento alle caratteristiche prestazionali indicate nelle specifiche voci di prezzo.

11.5.3.1.4 - Preparazione delle superfici da ripristinare

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione della malta 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 400 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.

11.5.3.1.5 - Controllo in corso d'opera per la preparazione del supporto

L'operazione manuale ed il controllo visivo sono pertanto condizione necessaria per garantire il rispetto delle quantità dei vari interventi di rispristino conservativo indicati in progetto.
Tale lavorazione deve essere spinta fino alla completa rimozione del calcestruzzo disgregato o in fase di distacco.
L'idrodemolizione deve portare alla luce lo strato di calcestruzzo di buona qualità ed omogeneità ed eliminare ogni altro elemento che possa alterare la coesione dei successivi trattamenti e deve essere spinta fino ai valori di rimozione non eccedenti quanto stabilito nei disegni progettuali (da intendersi come valor medio sulla superficie interessata dal trattamento, come di seguito meglio esposto).
La quantità di calcestruzzo rimosso potrà essere verificata posizionando una stadia sul calcestruzzo ancora integro adiacente la zona demolita, rilevando così, puntualmente, lo spessore asportato.
Dopo aver raggiunto le profondità indicate nei disegni progettuali si opererà una verifica sulla qualità ed omogeneità del sottofondo.
Tale verifica potrà essere effettuata, in contraddittorio con la DL, proiettando la lancia d'acqua per alcuni minuti alla pressione costante di 400 bar, puntando l'idrodemolitore sul materiale con angolo ortogonale alla superficie interessata. Se a fine verifica non si manifesterà un evidente stato fessurativo, sulla superficie in esame non verrà attuata alcuna ulteriore attività di idrodemolizione; in caso contrario si procederà avanzando con la profondità di idrodemolizione sotto la sorveglianza della DL fino ai valori ritenuti congrui dalla DL, operando progressivamente la verifica del sottofondo con le modalità sopra descritte con la pressione di 400 bar.
L'operazione di idrodemolizione si ritiene conclusa quando il calcestruzzo appare compatto e le superfici così ottenute devono essere pulite, prive di elementi estranei e zone poco resistenti.
Le superfici di raccordo fra le aree demolite e quelle integre devono essere perpendicolari alle prime o al più inclinate di circa 45 gradi in modo tale da garantire un'ottimale adesione della malta (o calcestruzzi predosati marcati CE, come indicato in progetto) al supporto.
Durante e alla conclusione della lavorazione saranno eseguiti i seguenti controlli per parti d'opera:

- pressione di idrodemolizione;
- verifica della presenza di calcestruzzo non compatto al termine della demolizione;
- presenza di difetti o anomalie sulla superficie demolita;
- pulizia delle superfici trattate;
- spessore asportato;
- inclinazione delle superfici di raccordo.

La DL si dovrà accertare in particolare che siano state eseguite correttamente ed in conformità a quanto prescritto nel presente capitolato e dallo specifico progetto le seguenti fasi che precedono l'applicazione del prodotto di riparazione:

- Asportazione del calcestruzzo degradato negli spessori previsti;
- Corretta ruvidità del supporto in funzione degli spessori da applicare con asperità non inferiori ai 5 mm;
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte e oggetto di fenomeni di corrosione;
- Ove previsto, trattamento passivante delle armature;
- Corretto posizionamento delle eventuali armature aggiuntive;
- Corretto posizionamento di eventuali casseforme;
- Pulizia con aria compressa e saturazione del supporto.

11.5.3.2 - Ripristino con malte, conglomerati cementizi premescolati e/o predosati, cls

L'entità del degrado relativo ad ogni singolo elemento della struttura, derivante dall'interpretazione dei dati ottenuti dal piano d'indagine, può essere classificata come riportato sinteticamente nella Errore: sorgente del riferimento non trovata del cap. 11.5 - - MALTE E CALCESTRUZZI DA RIPRISTINO STRUTTURALE E PROTEZIONE.

I fondamentali macro requisiti che un materiale per la riparazione, il ripristino o il rinforzo di strutture in c.a. deve garantire possono essere così sintetizzati:

- Massima compatibilità con il calcestruzzo esistente;
- Monoliticità con il supporto;
- Durabilità;
- Semplicità e rapidità di esecuzione.

COMPATIBILITÀ CON IL CALCESTRUZZO

I materiali cementizi assicurano la massima compatibilità con la struttura in calcestruzzo fornendo lo stesso processo d'invecchiamento (entrambi inorganici), moduli elastici e coefficienti di dilatazione termici dello stesso ordine di grandezza.

I materiali a base di resina hanno caratteristiche che si differenziano da quelle del calcestruzzo quali per esempio l'invecchiamento, i moduli elastici i coefficienti di dilatazione termica, per questi motivi vengono generalmente utilizzati per interventi di ripristino particolari quali: l'iniezione di fessure o di cavità, la protezione da sostanze aggressive con sistemi filmogeni, incollaggi o inghisaggi strutturali.

MONOLITICITÀ CON IL SUPPORTO

La monoliticità si ottiene in modo semplice ed affidabile utilizzando prodotti cementizi premiscelati contraddistinti da una iniziale fase espansiva (anche quando sono maturati a contato con l'ambiente, condizione reale di utilizzo) in grado di compensare il ritiro igrometrico a lungo termine. È indispensabile che l'espansione non si sviluppi liberamente, ma che venga contrastata.

Il contrasto all'espansione viene realizzato mediante:

- un opportuno irruvidimento del supporto, operazione che comunque deve essere effettuata allo scopo di asportare il materiale degradato, contaminato o incoerente;
- l'utilizzo di materiali contenenti fibre sintetiche o metalliche.

Il requisito della capacità di fornire un'espansione contrastata con maturazione in aria è verificabile con una prova di inarcamento/imbarcamento a 24h.

DURABILITÀ

I materiali cementizi, utilizzati per la riparazione, il ripristino o il consolidamento devono garantire un'elevata durabilità e pertanto devono essere caratterizzati da elevata:

- Resistenza alla carbonatazione;
- Impermeabilità;
- Resistenza ai cloruri;
- Resistenza gelo – disgelo;

Un ulteriore fondamentale requisito è quello di combattere la formazione di stati fessurativi che diverrebbero nuove vie d'ingresso per le sostanze aggressive.

La fessurazione a breve termine è generata dal ritiro in fase plastica e deve essere evitata:

- utilizzando malte cementizie premiscelate contenenti una quantità adeguata di fibre in sintetiche che costituiscono una armatura diffusa omogeneamente distribuita all'interno della massa;
- realizzando anche una opportuna frattazzatura delle superfici.

La fessurazione a lungo termine è generata dal ritiro igrometrico il cui effetto viene eliminato realizzando una precompressione chimica basata sul principio del ritiro compensato; tale meccanismo è quello che contraddistingue i materiali cementizi espansivi in aria.

SEMPLICITÀ E RAPIDITÀ DI ESECUZIONE

La grande maggioranza degli interventi vengono realizzati con le strutture in esercizio, molto spesso sotto traffico, in condizioni ambientali non ideali. È quindi fondamentale utilizzare materiali:

- semplici da miscelare e mettere in opera;
- non eccessivamente influenzati da condizioni di temperatura, umidità e ventilazione;
- che sviluppino buone prestazioni meccaniche ed aderenze a stagionature anche brevi;

11.5.3.2.1 - Degrado lieve

La rasatura è la tecnica utilizzata per ripristinare superfici caratterizzate da un degrado superficiale limitato a qualche millimetro di spessore o per sanare superfici di calcestruzzo faccia a vista che presentino difetti realizzativi quali armature affioranti o copriferri ridottissimi, vespai, vaiolature, sbeccature, assenza di planarità.

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:

- B.09.212 Pretrattamento superfici in cls per contatto fra vecchi e nuovi getti
- B.09.215 Malte preconfezionate additivate con polimeri

- B.09.215.a spessore minimo 2 mm
- B.09.215.b spessore da 3 mm a 6 mm
- B.09.215.c spessore da 7 mm a 10 mm

Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

- Preparazione della superficie mediante sabbiatura o idrosabbiatura.
- Pulizia e pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco e successiva passivazione.
- Pulizia e lavaggio della superficie di supporto.
- Miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
- Applicazione utilizzando macchine spruzzatrici o manuale mediante spatola.
- Finitura superficiale a frattazzo.

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni indicate.
È necessario asportare le parti di calcestruzzo superficialmente incoerenti mediante sabbiatura o idrosabbiatura. Il supporto così preparato si presenterà leggermente ruvido, integro e privo di qualsiasi sostanza che possa inficiare l'aderenza con il materiale di riparazione
ACCETTAZIONE IN CANTIERE
Per tutti i prodotti strutturali soggetti a marcatura CE in accordo alla UNI EN 1504-3 è richiesta l'adozione del sistema di Valutazione e Verifica della Costanza di Prestazione (VVCP) di tipo 2+, tra quelli previsti dal RPC e la disponibilità della DdP riportante le prestazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti per l'impiego previsto del prodotto in accordo alla tabella ZA.1. Sono accettabili solo malte per le quali in DdP (o DoP) è dichiarata la Classe R3 o la Classe R4 relativamente alla caratteristica essenziale di resistenza a compressione.
In particolare, valgono le stesse indicazioni di cui al § 11.5.2.3 - - Accettazione in cantiere per

- i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE;
- i materiali e prodotti non provvisti di Marcatura CE;
- i contenuti minimi della relazione di presentazione di prodotti e sistemi;

La documentazione relativa ai sistemi proposti contenente anche DdP (o DoP) dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'applicazione.
Far riferimento alle caratteristiche presenti nelle singole voci di prezzo per verificare l'accettabilità del prodotto. Nello specifico:

- per le caratteristiche essenziali coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nella DdP (e/o nel corrispondente VTE ove le informazioni in DdP non risultassero esaurienti)
- per le caratteristiche non coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nelle relative schede di prodotto o in altra dichiarazione rilasciata a firma del produttore.

11.5.3.2.2 - Degrado medio

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:

- B.09.220 Malte premiscelate
  - B.09.220.1 Tissotropica bicomponente additivata con polimeri
    - B.09.220.1.a fino ad uno spessore max di cm 2
    - B.09.221.1.b sovrapprezzo per ogni centimetro in più
  - B.09.220.2 Tissotropica fibrorinforzata con fibre inorganiche
    - B.09.220.2.a fino ad uno spessore max di cm 2
    - B.09.220.2.b sovrapprezzo per ogni centimetro in più
  - B.09.220.3 Colabile rinforzata con fibre inorganiche
  - B.09.220.4 Colabile rinforzata con fibre in acciaio

STRUTTURE VERTICALI O "SOPRATESTA" INTRADOSSALI - APPLICAZIONE A SPRUZZO O MANUALMENTE
La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi verticali o sopra testa in spessore minimo pari a 10 mm e massimo pari a 40 mm (eventualmente estendibili fino a 80 mm) si può realizzare utilizzando malte cementizie premiscelate tissotropiche, applicate meccanicamente mediante macchine spruzzatrici non a ciclo continuo o mediante applicazione manuale a rinzaffo con cazzuola.
L'applicazione manuale è consentita solo nel caso d'interventi di limitata estensione. Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

- Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.
- Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire uno spessore di copriferro come da specifiche di progetto e comunque mai inferiore ai 20 mm.
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
- Inserimento di armature di contrasto in caso di applicazioni superiori ai 30 mm. È possibile valutare

l'inserimento di barre/reti in GFRP non sensibili alla corrosione.
- Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto ed eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto;
- Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
- Applicazione utilizzando macchine spruzzatrici o manuale a rinzaffo o mediante cazzuola.
- Finitura superficiale a frattazzo.
- Applicazione protettivo filmogeno ove previsto.

Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni indicate.
In ogni caso le malte cementizie devono essere applicabile:
- su supporto irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici
- su supporti macroscopicamente ruvidi.

L'applicazione dei prodotti tissotropici avverrà manualmente per piccole superfici d'intervento mediante macchine spruzzatrici nel caso di superfici estese.
- L'applicazione manuale dovrà avvenire proiettando il prodotto con energia evitando assolutamente di spalmarlo per evitare che si inglobi aria all'interfaccia con il supporto. Si consiglia di effettuare un primo rinzaffo e di applicare il resto del prodotto fino a raggiungere lo spessore prescritto.
- L'applicazione meccanica avverrà utilizzando macchine spruzzatrici a pistone o coclea. Qualora sia necessario applicare spessori maggiori di 50 mm è necessario applicare il prodotto in due-tre strati, applicando gli strati successivi a distanza di 24 ore da quello precedente.

STRUTTURE ORIZZONTALI - APPLICAZIONE PER COLAGGIO
La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi orizzontali in spessore minimo pari a 10 mm e massimo pari a 40 mm si può realizzare utilizzando malte cementizie premiscelate fluide, espansive in aria, applicate meccanicamente attraverso pompaggio o manualmente mediante colaggio in uno spessore compreso tra 1 e 4 cm. In entrambe le modalità si dovrà far in modo di garantire la continuità del getto per facilitarne la messa in opera e la compattazione. Le superfici esposte all'aria dovranno essere accuratamente stagionate per combattere la veloce evaporazione dell'acqua d'impasto ed il conseguente rischio di fessurazioni.
Le fasi realizzative possono essere così riassunte:
- Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese;
- Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire avendo cura di garantire uno spessore di copriferro come da specifiche di progetto e comunque mai inferiore ai 20 mm.
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco;
- Inserimento di armature di contrasto in caso di applicazioni superiori ai 30 mm. È possibile valutare l'inserimento di barre/reti in GFRP non sensibili alla corrosione.
- Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto ed eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto;
- Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto;
- Applicazione meccanica per pompaggio o manuale per colaggio;
- Finitura superficiale con vibrofinitrice o con frattazzo in caso di superfici ridotte;
- Stagionatura delle superfici esposte all'aria con specifici antievaporanti che non creino film di distacco a eventuali successive lavorazioni (impermeabilizzazione, protezione), acqua nebulizzata (da evitare in inverno), teli.

Il getto dovrà avvenire con continuità senza interruzioni per ottenere il massimo scorrimento dell'impasto.
Per la buona riuscita dell'intervento è necessario attenersi scrupolosamente alle fasi applicative descritte nella scheda tecnica del prodotto prescelto che garantisca le caratteristiche e prestazioni indicate.
In ogni caso, queste malte cementizie devono essere applicate per colaggio, su supporto irruvidito con macchine idrodemolitrici, con frese, o martelletti meccanici.
ACCETTAZIONE IN CANTIERE
Per tutti i prodotti strutturali soggetti a marcatura CE in accordo alla UNI EN 1504-3 è richiesta l'adozione del sistema di Valutazione e Verifica della Costanza di Prestazione (VVCP) di tipo 2+, tra quelli previsti dal RPC e la disponibilità della DdP riportante le prestazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti per l'impiego previsto del prodotto in accordo alla tabella ZA.1. Sono accettabili solo malte per le quali in DdP (o DoP) è dichiarata la Classe R3 o la Classe R4 relativamente alla caratteristica essenziale di resistenza a compressione.

In particolare, valgono le stesse indicazioni di cui al § 11.5.2.3 - - Accettazione in cantiere per
- i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE;
- i materiali e prodotti non provvisti di Marcatura CE;
- i contenuti minimi della relazione di presentazione di prodotti e sistemi;

La documentazione relativa ai sistemi proposti contenente anche DdP (o DoP) dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'applicazione.
Far riferimento alle caratteristiche presenti nelle singole voci di prezzo per verificare l'accettabilità del prodotto. Nello specifico:

- per le caratteristiche essenziali coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nella DdP (e/o nel corrispondente VTE ove le informazioni in DdP non risultassero esaurienti)
- per le caratteristiche non coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nelle relative schede di prodotto o in altra dichiarazione rilasciata a firma del produttore.

11.5.3.2.3 - Degrado profondo

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:

- B.09.230 Utilizzo di calcestruzzi predosati marcati CE
  - B.09.230.a colabile espansivo premiscelato
  - B.09.230.b colabile espansivo premiscelato rinforzato con fibre in acciaio
  - B.09.230.c colabile espansivo premiscelato rinforzato con fibre in acciaio Rck ≥ 85 mpa

La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi orizzontali o verticali in spessore minimo pari a 40 mm e massimo pari a 100 mm si può realizzare mediante calcestruzzo predosato e/o premiscelato marcato CE o con calcestruzzo confezionato negli impianti di calcestruzzo stesso. Entrambe le tipologie di calcestruzzo devono essere a ritiro compensato, di giusta reologia e caratterizzati da un diametro massimo dell'aggregato pari a 10 mm. L'applicazione avverrà meccanicamente per pompaggio o manualmente mediante colaggio anche entro cassero; in entrambe le modalità si dovrà far in modo di garantire la continuità del getto per facilitarne la messa in opera e la compattazione. Le superfici esposte all'aria dovranno essere accuratamente stagionate, seguendo le indicazioni riportate nelle schede tecniche o quanto previsto dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale emesse dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Per calcestruzzo marcato CE secondo la UNI EN 1405-3 si intende un prodotto predosato e/o premiscelato costituito da legante idraulico (con eventuali aggiunte minerali, additivi e/o fibre), sabbia e aggregati fini e grossi. Per ricostruzioni e/o ringrossi di sezione da 40 a 100 mm la dimensione nominale massima dell'aggregato è di 10 mm. Nella scheda tecnica devono essere dichiarate le modalità di miscelazione delle parti costituenti il prodotto e le prestazioni del materiale ottenute in seguito alla miscelazione. Si ricorda che nel caso di utilizzo di calcestruzzo ordinario confezionato all'impianto si segue l'iter di produzione e accettazione descritte nel paragrafo 11.6 - - ACCETTAZIONE E CONTROLLI.
Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

- Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.
- Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire uno spessore di copriferro come da specifiche di progetto e comunque mai inferiore ai 20 mm.
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
- Inserimento di armature di contrasto in caso di applicazioni superiori ai 30 mm. È possibile valutare l'inserimento di barre/reti in GFRP non sensibili alla corrosione.
- Corretto posizionamento delle casseforme qualora il getto avvenga entro cassero.
- Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto
- Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
- Eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto.
- Applicazione meccanica per pompaggio o manuale per colaggio.
- Finitura delle superfici esposte all'aria con vibrofinitrice o con frattazzo in caso di superfici ridotte;
- Stagionatura delle superfici esposte all'aria con specifici antievaporanti che non creino film di distacco ad eventuali successive lavorazioni (impermeabilizzazione, protezione), acqua nebulizzata (da evitare in inverno), teli. Il tempo di stagionatura dei getti deve essere conforme a quanto indicato nelle "Linee guida del Calcestruzzo Strutturale" emesse dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

ACCETTAZIONE IN CANTIERE
Per tutti i prodotti strutturali soggetti a marcatura CE in accordo alla UNI EN 1504-3 è richiesta l'adozione del sistema di Valutazione e Verifica della Costanza di Prestazione (VVCP) di tipo 2+, tra quelli previsti dal RPC e la disponibilità della DdP riportante le prestazioni delle caratteristiche essenziali rilevanti per l'impiego previsto del prodotto in accordo alla tabella ZA.1.

In particolare, valgono le stesse indicazioni di cui al § 11.5.2.3 - - Accettazione in cantiere per

- i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE;
- i materiali e prodotti non provvisti di Marcatura CE;
- i contenuti minimi della relazione di presentazione di prodotti e sistemi;

La documentazione relativa ai sistemi proposti contenente anche DdP (o DoP) dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'applicazione.
Far riferimento alle caratteristiche presenti nelle singole voci di prezzo per verificare l'accettabilità del prodotto. Nello specifico:

- per le caratteristiche essenziali coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nella DdP (e/o nel corrispondente VTE ove le informazioni in DdP non risultassero esaurienti)
- per le caratteristiche non coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nelle relative schede di prodotto o in altra dichiarazione rilasciata a firma del produttore.

Nel caso si usi calcestruzzo confezionato all'impianto per la qualifica e l'accettazione si rimanda integralmente al par 11.6.2 - - Prequalifica e qualifica.

11.5.3.2.4 - Degrado molto profondo

- Cls a ritiro compensato premiscelato, consistenza S4/S5
  - Rck ≥ 45 mpa e aggregati
  - Rck ≥ 65 mpa e aggregati rinforzato con fibre sintetiche
  - Rck ≥ 65 mpa e aggregati rinforzato con fibre in acciaio

La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi orizzontali o verticali in spessore maggiore di 100 mm si realizza utilizzando calcestruzzi, a ritiro compensato, fluidi, caratterizzati da un diametro massimo dell'inerte in funzione dello spessore del getto. Come nel caso precedente i calcestruzzi possono essere predosati e/o premiscelati marcati CE o con calcestruzzo confezionato negli impianti di calcestruzzo. L'applicazione avverrà meccanicamente per pompaggio o manualmente mediante colaggio anche entro cassero, in entrambe le modalità si dovrà far in modo di garantire la continuità del getto per facilitarne la messa in opera e la compattazione. Le superfici esposte all'aria dovranno essere accuratamente stagionate per combattere la veloce evaporazione dell'acqua d'impasto ed il conseguente rischio di fessurazioni.
Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

- Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.
- Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di uno spessore di copriferro come da specifiche di progetto.
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
- Inserimento di armature di contrasto in caso di applicazioni superiori ai 30 mm. È possibile valutare l'inserimento di barre/reti in GFRP non sensibili alla corrosione.
- Corretto posizionamento delle casseforme qualora il getto avvenga entro cassero.
- Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto.
- Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto.
- Eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto.
- Applicazione meccanica per pompaggio o manuale per colaggio.
- Finitura delle superfici esposte all'aria con vibrofinitrice o con frattazzo in caso di superfici ridotte;
- Stagionatura delle superfici esposte all'aria con specifici antievaporanti che non creino film di distacco ad eventuali successive lavorazioni (impermeabilizzazione, protezione), acqua nebulizzata (da evitare in inverno), teli (da evitare in estate). Il tempo di stagionatura dei getti deve essere conforme a quanto indicato nelle "Linee guida del Calcestruzzo Strutturale" emesse dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

ACCETTAZIONE IN CANTIERE
Per tutti i prodotti strutturali soggetti a marcatura CE in accordo alla UNI EN 1504-3 è richiesta l'adozione del sistema di Valutazione e Verifica della Costanza di Prestazione (VVCP) di tipo 2+, tra quelli previsti dal RPC e la disponibilità della DdP riportante le prestazioni delle caratteristi-che essenziali rilevanti per l'impiego previsto del prodotto in accordo alla tabella ZA.1.
In particolare, valgono le stesse indicazioni di cui al § 11.5.2.3 - - Accettazione in cantiere per

- i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE;
- i materiali e prodotti non provvisti di Marcatura CE;
- i contenuti minimi della relazione di presentazione di prodotti e sistemi;

La documentazione relativa ai sistemi proposti contenente anche DdP (o DoP) dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'applicazione.
Far riferimento alle caratteristiche presenti nelle singole voci di prezzo per verificare l'accettabilità del prodotto. Nello specifico:

- per le caratteristiche essenziali coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nella DdP (e/o nel corrispondente VTE ove le informazioni in DdP non risultassero esaurienti)
- per le caratteristiche non coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nelle relative schede di prodotto o

in altra dichiarazione rilasciata a firma del produttore.
Nel caso si usi calcestruzzo confezionato all'impianto per la qualifica e l'accettazione si rimanda integralmente al par 11.6.2 - - Prequalifica e qualifica.

- Rinforzo strutturale mediante applicazione di lamine pultruse in fibra di carbonio

Applicazione in opera, per rinforzo strutturale a flessione, di lamine pultruse in fibra di carbonio preimpregnate con resina epossidica ad elevata resistenza protette da una doppia pellicola plastica (peel-ply) e con un contenuto minimo di fibre pari al 68%.
Le lamine dovranno essere poste in opera rispettando la seguente procedura:
- applicazione sulla superficie da rinforzare di apposito primer bicomponente a consistenza fluida ;
- taglio della lamina di carbonio nella lunghezza desiderata;
- rimozione della pellicola protettiva (peel-ply) dalla lamina di carbonio;
- applicazione, con spatola piana, di uno strato uniforme di 1,0-1,5 mm di adesivo epossidico bicomponente tissotropico per incollaggi strutturali sia sulla lamina di carbonio che sul supporto sul quale deve essere incollata la lamina;
- posa di lamina di carbonio esercitando una leggera ed uniforme pressione.
Il numero di strati di lamine da applicare nonché le dimensioni e la posizione saranno stabiliti dal progettista secondo criteri di calcolo statico. Il tutto per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.
Il sistema di rinforzo strutturale in oggetto dovrà essere coperto da Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base delle Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
Classe di appartenenza: C190/1800.
La lamina pultrusa dovrà avere le seguenti caratteristiche:
Modulo di elasticità [GPa] 200
Spessore [mm] 1.4
Larghezza lamina [mm] 100 Lunghezza rotolo [m] 25 Resistenza a trazione [MPa] 3300 Deformazione ultima 0.0165
Il primer epossidico dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:
Massa volumica dell'impasto [g/cm³]: 1.1
Viscosita Brookfield (rotore 1 - giri 10) [mPa·s]: 300
Tempo di lavorabilità (a +23°C): 90'
Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C) [MPa]: >3
Temperatura di transizione vetrosa [°C] 59
L'adesivo epossidico tissotropico dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-4 e avere le seguenti caratteristiche prestazionali:
Massa volumica dell'impasto [g/cm³]: 1.7 Viscosita Brookfield (rotore F - giri 5) [mPa·s]: 800
Tempo di lavorabilità (a + 23°C): 50'
Adesione calcestruzzo-acciaio (EN 1542) (MPa): >3 Temperatura di transizione vetrosa [°C] 64

- Rinforzo strutturale mediante applicazione di sistema FRCM e con rete in fibra di vetro

Applicazione in opera di un **sistema FRCM** per il rinforzo strutturale di elementi in muratura, provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica, costituito da una malta cementizia premiscelata bicomponente, a base di leganti a reattività pozzolanica, fibrorinforzata ad elevata duttilità, e da una rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente, pre-apprettata.
Il sistema dovrà essere posto in opera con la seguente procedura:
- applicare il primo strato di malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità per uno spessore pari a 5-6 mm;
- posizionare contestualmente la rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente pre-apprettata;
- applicare, il secondo strato di quando il primo è ancora fresco, in modo da coprire completamente la rete in fibra di vetro, per uno spessore pari a 5-6 mm.
La rete dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche:
Tipo di fibra della rete vetro A.R.
Grammatura [gr/m²] 250
Larghezza rotolo [m] 1.33
Lunghezza rotolo [m] 50
Resistenza a trazione per unità di larghezza [KN/m] 43

Modulo elastico [MPa] 71000 Allungamento a rottura 0.0145
Area resistente per unità di larghezza [mm² /m] 35 Spessore equivalente di tessuto secco [mm] 0.036 Dimensione maglia [mm] 21x21
La malta dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche:
Massa volumica dell'impasto (kg/m³): 1850 Resistenza a compressione EN 1015-11 (N/mm²): 25 Modulo elastico a compressione (N/mm²): 10000 Adesione al supporto in muratura (N/mm²): 1

Applicazione in opera di un sistema di presidio sismico delle partizioni secondarie e per l'antisfondellamento dei solai, costituito da una rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente, pre-apprettata, da applicare con una malta cementizia premiscelata bicomponente, a base di leganti a reattività pozzolanica, fibrorinforzata ad elevata duttilità. Il sistema dovrà essere posto in opera con la seguente procedura:
- applicare il primo strato di malta cementizia bicomponente fibrorinforzata ad elevata duttilità per uno spessore pari a 5-6 mm;
- posizionare contestualmente la rete in fibra di vetro A.R. alcali resistente pre-apprettata;
- applicare, il secondo strato di quando il primo è ancora fresco, in modo da coprire completamente la rete in fibra di vetro, per uno spessore pari a 5-6 mm.
La rete dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche:
Tipo di fibra della rete vetro A.R.
Grammatura [gr/m²] 125 Larghezza rotolo [m] 0,45 - 1,00 Lunghezza rotolo [m] 50
Resistenza a trazione per unità di larghezza [KN/m] 30
Modulo elastico [MPa] 72000
Allungamento a rottura 0.018
Area resistente per unità di larghezza [mm² /m] 23.51
Spessore equivalente di tessuto secco [mm] 0.024 Dimensione maglia [mm] 10,5 x 11,5
La malta dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche:
Massa volumica dell'impasto (kg/m³): 1850 Resistenza a compressione EN 1015-11 (N/mm²): 25
Modulo elastico a compressione (N/mm²): 10000
Adesione al supporto in muratura (N/mm²):

11.5.3.2.5 - Interventi rapidi anche a basse temperature

- Rasatura di muri o setti con malta cementizia bicomponente

Applicazione in opera di malta cementizia bicomponente elastica, fino a -20°C, di colore grigio chiaro, per applicazioni a spruzzo con pompa intonacatrice, a base di leganti cementizi, aggregati selezionati a grana fine, fibre sintetiche, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa, a bassissima emissione di sostanze organiche volatili, emissioni di emissioni di gas a Effetto Serra compensate per la protezione di supporti in calcestruzzo contro la penetrazione di agenti aggressivi (anidride carbonica e cloruri). In particolare 2 mm di prodotto dovranno incrementare la durabilità della struttura, contrastando la penetrazione della CO2 (carbonatazione) per un periodo superiore a 50 anni; mentre per quanto riguarda l'aggressione da cloruri, 2,5 mm di prodotto dovranno garantire una protezione pari a 30 mm di copriferro realizzato con un calcestruzzo avente rapporto a/c pari a 0,45. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto (da computarsi a parte) asportando tutte le parti inconsistenti e in fase di distacco, fino ad ottenere un sottofondo solido, avendo cura di eliminare residui polverosi che impediscono una corretta adesione. Il prodotto dovrà essere applicato, su sottofondo pulito e umido, in due mani, a spruzzo con pompa intonacatrice dotata di lancia per rasature, in uno spessore finale non inferiore a 2 mm.
Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-2 rivestimento (C), secondo i principi PI, MC e IR, per la protezione del calcestruzzo e avere le seguenti caratteristiche prestazionali:
Adesione al calcestruzzo secondo EN 1542:
-dopo 28 gg a +20°C e 50% U.R. +21 gg in acqua (N/mm²): 1
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con Sali disgelanti (EN 13687-1), misurata come adesione secondo EN 1542 (N/mm²): 0.8
Adesione al calcestruzzo secondo EN 1542:
- dopo 7 gg a +20 °C e 50% U.R. +21 gg in acqua (N/mm²): 0.6
Elasticità espressa come allungamento (DIN 53504 mod.):
- dopo 28 gg a +20°C e 50% U.R. (%): 30
Crack-bridging statico a -20°C secondo EN 1062-7 espresso come larghezza massima della fessura (mm): Classe A3 (-20 °C)
(> 0,5 mm)
Permeabilità al vapore acqueo secondo EN ISO 7783-1:
-spessore di aria equivalente SD (m): SD= 2,1 μ= 1160
Impermeabilità all'acqua espressa come assorbimento capillare secondo EN 1062-3 (kg/m² ·h0,5): W < 0,02
Classe III (bassa permeabilità all'acqua) secondo EN 1062-1
Permeabilità dell'anidride carbonica (CO2) secondo EN 1062-6 Metodo B:
- diffusione in spessore di aria equivalente SDCO2 (m): > 50

Reazione al fuoco (EN 13501-1) (Euroclasse): E
Compresi e compensati nel prezzo per dare il lavoro finito a regola d'arte:
- idrolavaggio delle superfici di attacco e saturazione con acqua del supporto immediatamente prima dell'applicazione della malta;
-applicazione a spruzzo della malta;

- Applicazione su muro in c.a. o setto di due mani di pittura elastomerica igienizzante antifessurazione Applicazione in opera di pittura elastomerica antifessurazione, ad elasticità permanente, anticarbonatazione in base alla norma EN 1504-2, elevata resistenza chimica, resistente a muffe e alghe (efficacia testata in base alle norme europee EN 15457 e EN 15458), ad emissioni di CO2 interamente compensate. Per esterni ed interni.

Fornitura e posa in opera di pittura elastomerica igienizzante antifessurazione, anticarbonatazione in base alla norma EN 1504-2, ad elasticità permanente, elevata resistenza chimica, resistente a muffe e alghe (efficacia testata in base alle norme europee EN 15457 e EN 15458), ad emissioni di CO2 interamente compensate. Per esterni ed interni. L'applicazione dovrà avvenire in due strati tramite pennello, rullo o spruzzo previa applicazione di relativo primer.

- Colabile premiscelato con fibre di acciaio
  - Malta
  - Conglomerato cementizio predosato

La ricostituzione o il ringrosso di sezioni di elementi orizzontali in tempi molto rapidi anche in presenza di temperature ambientali fino a -5°C si realizza utilizzando malte o calcestruzzi predosati e/o premiscelati marcati CE, fluida, contenente fibre, a rapido sviluppo delle resistenze meccaniche anche a basse temperature. Deve essere garantito un buon mantenimento della lavorabilità per consentire la messa in opera di opportune quantità.
Le fasi realizzative possono essere così riassunte:

- Asportazione del calcestruzzo degradato, contaminato o incoerente mediante martelletti leggeri alimentati ad aria compressa, macchine idrodemolitrici, frese.
- Posa in opera di eventuali armature strutturali aggiuntive avendo cura di garantire uno spessore di copriferro come da specifiche di progetto e comunque mai inferiore ai 20 mm.
- Pulizia delle armature eventualmente scoperte al fine di asportare eventuali porzioni di armatura ossidate in fase di distacco.
- Pulizia e saturazione con acqua in pressione della superficie di supporto, in condizioni di bassa temperatura l'acqua deve essere riscaldata.
- Inserimento di armature di contrasto in caso di applicazioni superiori ai 30 mm. È possibile valutare l'inserimento di barre/reti in GFRP non sensibili alla corrosione.
- Accurata miscelazione che dovrà avvenire secondo le indicazioni riportate nella scheda tecnica del prodotto prescelto, le quantità impastate devono essere correlate alle tempistiche di messa in opera e alle temperature ambientali.
- Eliminazione di eventuale acqua libera presente sul supporto.
- Applicazione manuale per colaggio.
- Finitura superficiale con vibrofinitrice o con frattazzo in caso di superfici ridotte.
- Stagionatura delle superfici esposte all'aria con specifici antievaporanti che non creino film di distacco ad eventuali successive lavorazioni (impermeabilizzazione, protezione), acqua nebulizzata (da evitare in inverno), teli (da evitare in estate).

Per spessori superiori a 50 mm deve essere messa in opera in presenza di armatura strutturale.
ACCETTAZIONE IN CANTIERE
Per tutti i prodotti strutturali soggetti a marcatura CE in accordo alla UNI EN 1504-3 è richiesta l'adozione del sistema di Valutazione e Verifica della Costanza di Prestazione (VVCP) di tipo 2+, tra quelli previsti dal RPC e la disponibilità della DdP riportante le prestazioni delle caratteristi-che essenziali rilevanti per l'impiego previsto del prodotto in accordo alla tabella ZA.1.
In particolare, valgono le stesse indicazioni di cui al § 11.5.2.3 - - Accettazione in cantiere per

- i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE;
- i materiali e prodotti non provvisti di Marcatura CE;
- i contenuti minimi della relazione di presentazione di prodotti e sistemi;

La documentazione relativa ai sistemi proposti contenente anche DdP (o DoP) dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'applicazione.
Far riferimento alle caratteristiche presenti nelle singole voci di prezzo per verificare l'accettabilità del prodotto. Nello specifico:

- per le caratteristiche essenziali coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nella DdP (e/o nel

corrispondente VTE ove le informazioni in DdP non risultassero esaurienti)
- per le caratteristiche non coperte da marcatura CE verificare le prestazioni nelle relative schede di prodotto o in altra dichiarazione rilasciata a firma del produttore.

11.5.3.3 - Controllo in corso d'opera e controlli finali

Si riportano in seguito le tipologie di caratteristiche che la DL dovrà sottoporre a prova e le relative frequenze minime di prova. Si specifica che la DL potrà, in ogni momento, eseguire qualsiasi prova e/o indagine aggiuntiva per accertare l'efficacia delle lavorazioni:

Caratteristica	**Metodo di prova**	**Norma di riferimento europea o ISO**
Condizioni e requisiti prima e/o durante l'applicazione		
Resistenza a compressione a 28gg (o altre stagionature se richiesto)	Prove di rottura su terna di provini di cm 4x4x16 o 15x15x60	EN 12190 EN 12390-1 EN 12390-2 EN 12390-3
Resistenza a flessione a 28gg (o altre stagionature se richiesto)	Prove di rottura su terna di provini di cm 4x4x16 o 15x15x60	EN 196-1 EN 12390-5
Condizione finale dopo l'indurimento		
Aderenza del materiale da riparazione	Prova di trazione diretta	EN 1542
Fessurazione da ritiro nel calcestruzzo e nella malta da riparazione	Ispezione visiva con bagnatura della superficie ed eventuale misura di fessure con calibro.	
Spessore del copriferro	Carotaggio o prova con misuratore del copriferro.	EN 12504 - 1

Le frequenze minime dei controlli sono indicate nella tabella seguente:

Caratteristica	**Frequenza di prova o osservazione**
Resistenza a compressione a 28gg (o altre stagionature se richiesto)	Almeno un prelievo per ogni 150 mq di superficie da ripristinare
Resistenza a flessione a 28gg (o altre stagionature se richiesto)	Almeno un prelievo per ogni 150 mq di superficie ripristinata
Aderenza del materiale da riparazione	Almeno una prova per ogni 150 mq di superficie ripristinata
Fessurazione da ritiro nel calcestruzzo e nella malta da riparazione	Su tutte le superfici ripristinate

Spessore del copriferro	Almeno tre controlli a campione su ogni 150 mq di superficie ripristinata.

Si riporta un estratto del Prospetto A.3 - APPENDICE A (punto A.5.3) - UNI EN 1504-10 "Parametri minimi e massimi accettabili". Teli parametri devono essere presi come riferimento qualora non fossero indicati limiti accettabili per i risultati delle prove.

Caratteristica	**Metodo di prova o osservazione**	**Norma di riferimento europea o ISO**	**Parametri minimi e massimi accettabili. (Prospetto A.3 - APPENDICE A (punto A.5.3) – UNI EN 1504-10).**
Aderenza del materiale da riparazione	Prova di trazione diretta.	EN 1542	Può variare, ma non può essere mai maggiore della resistenza a trazione della superficie del substrato. Sono accettabili valori in sito che rientrino nell'intervallo compreso tra 1,2 Mpa e 1,5 Mpa per la riparazione strutturale e un valore minimo di 0,7 Mpa per la riparazione non strutturale

11.5.3.4 - Non conformità

Per le valutazioni sulla non conformità delle malte e calcestruzzi predosati e/o premiscelati si rimanda integralmente al paragrafo 11.9 - - NON CONFORMITÀ E PENALI.

11.5.4 - Risanamento e rinforzo strutturale delle travi di impalcato in cap mediante l'utilizzo di placcaggi metallici e precompressione esterna

11.5.4.1 - Risanamento dell'intradosso travi

Nel presente paragrafo vengono descritti i materiali, prodotti e sistemi, con le relative tecniche e fasi di applicazione, riguardanti il ripristino ed il rinforzo delle travi da ponte.
Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino 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 nel paragrafo 11.5.4.2 - - 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.

11.5.4.1.1 - Materiali

MALTE TISSOTROPICHE DA RIPRISTINO
Per le caratteristiche minime da garantire si rimanda integralmente ai paragrafi 11.5.3.2.1 - - Degrado lieve 11.5.3.2.2 - - Degrado medio Per il controllo in corso d'opera e in fase finale si rimanda al paragrafo 11.5.3.3 - - Controllo in corso d'opera e controlli finali
ACCIAIO IN BARRE DA C.A.

Si utilizzerà acciaio in barre da cemento armato del tipo B450C. Si rimanda al paragrafo 11.6.2.3.1 - - Acciaio per c.a.

11.5.4.1.2 - Fasi esecutive e prescrizioni

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 tra-sversali;
- 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.

Per il dettaglio delle singole fasi di intervento si rimanda al paragrafo 11.5.3.1 - - Preparazione del supporto per i ripristini

11.5.4.2 - Risanamento dell'intradosso travi in presenza di cavità e relativa iniezione delle stesse

Nel presente paragrafo vengono descritti materiali, prodotti e sistemi, con le relative tecniche di applicazione, riguardante il ripristino e il rinforzo delle travi da ponte in c.a. e c.a.p. Nello specifico si focalizzerà l'attenzione sul ripristino dell'intradosso delle travi, 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.

11.5.4.2.1 - Materiali

MALTE TISSOTROPICHE DA RIPRISTINO
Per le caratteristiche minime da garantire si rimanda integralmente ai paragrafi 11.5.3.2.1 - - Degrado lieve e 11.5.3.2.2 - - Degrado medio. Per il controllo in corso d'opera e in fase finale si rimanda al paragrafo 11.5.3.3 - - Controllo in corso d'opera e controlli finali.
RESINE EPOSSIDICHE E BOIACCHE CEMENTIZIE A BASSA VISCOSITÀ PER INIEZIONE DI CAVITÀ
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:

Caratteristiche prestazionali essenziali	**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 per le resine da iniezione**
Resistenza a trazione	EN ISO 527	≥ 35 N/mm^2
Viscosità Brookfield	-	Valore consigliato 300-400 mPa s
Modulo elastico a trazione	EN ISO 527	≥ 2000 N/mm^2

ACCIAIO IN BARRE DA CA
Si utilizzerà acciaio in barre da cemento armato del tipo B450C. Si rimanda al paragrafo 11.6.2.3.1 - - Acciaio per c.a.

11.5.4.2.2 - Fasi esecutive e prescrizioni

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 tra-sversali;
- 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.

Per il dettaglio di tutte le fasi relative alla preparazione del supporto fino all'applicazione della malta e alla stagionatura di quest'ultima si rimanda completamente al paragrafo 11.5.3.1 - - Preparazione del supporto per i ripristini A seguire si approfondisce l'iniezione delle cavità.
INIEZIONE DELLE CAVITA'
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.

11.5.4.3 - Iniezione delle guaine dei cavi esistenti

Nel presente paragrafo § vengono descritti materiali, prodotti e/o sistemi, con le relative tecniche di applicazione, riguardante il riempimento delle guaine per i cavi di precompressione di tipo post-teso nei quali questa sia stata eseguita originariamente in modo parziale o sia completamente assente. Siamo nel caso in cui le indagini preliminari al progetto di ripristino hanno consentito di appurare che una parte dei cavi di precompressione non risulta essere iniettata o presenta iniezioni parziali.
Si specifica che qualora nelle fasi di ripristino delle guaine dovessero palesarsi delle cavità occulte nell'intorno delle guaine queste saranno preventivamente risanate mediante iniezione secondo le procedure previste nella specifica sezione.al paragrafo 11.5.4.2 - - Risanamento dell'intradosso travi in presenza di cavità e relativa iniezione delle stesse

11.5.4.3.1 - Materiali

A seconda del tipo di guaine da riempire, del loro numero e del loro grado di riempimento, dovrà essere deciso il tipo di materiale da usare (resine epossidiche pure o caricate o boiacche di cemento pronte all'uso) e le modalità d'iniezione.
Nel caso di riempimento di guaine completamente vuote, saranno sempre usati materiali di tipo cementizio. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al paragrafo 11.7.8.4 - - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti
CALCESTRUZZO PREDOSATO E/O PREMISCELATO MARCATO CE COLABILE
Per le caratteristiche minime da garantire si rimanda integralmente al paragrafo 11.5.3.2.3 - - Degrado profondo. Per il controllo in corso d'opera e in fase finale si rimanda al paragrafo 11.5.3.3 - - Controllo in corso d'opera e controlli finali

11.5.4.3.2 - Fasi esecutive e prescrizioni

La tecnica di intervento per il ripristino dell'iniezione delle guaine dei cavi esistenti può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- individuazione del tracciato dei cavi;
- localizzazione delle guaine;
- rimozione della sigillatura delle testate;
- installazione dei tubetti di iniezione ed operazioni propedeutiche all'iniezione;
- iniezione delle guaine;
- sigillature delle testate e ripristini;

Le operazioni di iniezione delle guaine potranno essere iniziate solo dopo l'esecuzione degli interventi relativi al rifacimento del fondello trave e all'eventuale riempimento delle cavità come descritti precedentemente.
INDIVIDUAZIONE DEL TRACCIATO DEI CAVI
L'individuazione del presumibile tracciato dei cavi di precompressione sarà preliminarmente eseguita mediante misure geometriche, effettuate con riferimento ai disegni di progetto disponibili e con l'ausilio di sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura Georadar ad alta frequenza e/o Tomografia Ultrasonica.
LOCALIZZAZIONE DELLE GUAINE
Si procederà quindi alla materiale localizzazione delle guaine mediante tasselli effettuati con microdemolitori, con un passo di 3-4 m su ogni cavo, partendo dal centro della trave e procedendo verso le testate.
RIMOZIONE DELLA SIGILLATURA DELLE TESTATE
In corrispondenza delle testate di ancoraggio dei cavi da iniettare si eseguirà la rimozione della sigillatura delle stesse mediante idonei mezzi di demolizione atti a non danneggiare i dispositivi di ancoraggio.
Le testate saranno accuratamente pulite rimuovendo eventuali tracce di incrostazioni o corrosione.
Si procederà quindi all'individuazione del foro di iniezione originario, liberandolo da ostruzioni eventualmente mediante riperforatura con trapano.

Nel caso di testate di ancoraggio poste all'estradosso delle travi si procederà alla demolizione localizzata di una sufficiente porzione di soletta, con idonei mezzi demolitori, per la profondità necessaria al raggiungimento della testata.
ISTALLAZIONE DEI TUBETTI DI INIEZIONE ED OPERAZIONI PROPEDEUTICHE ALL'INIEZIONE
Non tutti i tasselli serviti per localizzare e valutare lo stato delle guaine saranno attrezzati per l'inie-zione, ma soltanto quelli ritenuti più idonei; su di essi si applicheranno i tubetti d'iniezione provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto.
Qualora la profondità del tassello sia rilevante, la pasta collante sarà stesa in più strati successivi.
Tubetti di iniezione verranno introdotti anche nei fori degli ancoraggi dei cavi, preliminarmente scoperti e puliti, eventualmente riperforati con trapano, quindi stuccati con pasta collante epossidica.
I tasselli non utilizzati per l'iniezione delle guaine saranno chiusi mediante malta, tissotropica da ripristino.
Si procederà, inoltre, a stuccature e riparazioni di zone di conglomerato cementizio poroso, vespai ecc., in modo da chiudere possibili vie di uscita dei materiali di iniezione secondo le modalità descritte nelle specifiche sezioni.
Dopo almeno 48 ore dall'ultimazione delle operazioni di sigillatura dei tubetti e stuccatura, si procederà alla soffiatura all'interno delle guaine, per eliminare eventuali sacche d'acqua e per valutare la consistenza dei vuoti nei vari tratti.
INIEZIONE DELLE GUAINE
Le operazioni di iniezione delle guaine, da realizzarsi con tecnica tradizionale (non sottovuoto), prevedono l'iniezione di resina epossidica a bassissima viscosità scegliendo il punto iniziale in base alle risultanze della soffiatura.
In linea di massima sarà conveniente partire dai fori di iniezione in mezzeria della trave e procedere sino alla fuoriuscita (se possibile) della miscela dai primi tubetti posti ai lati del punto di iniezione.
Si inietteranno poi questi ultimi e, successivamente, quelli adiacenti, in successione, fino ad ottenere la fuoriuscita della miscela dalle testate dei cavi.
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 dei cavi e, comunque, in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.
SIGILLATURE DELLE TESTATE E RIPRISTINI
Ad indurimento della resina avvenuto si procederà innanzitutto alla rimozione dei tubetti di iniezione.
Si eseguirà quindi il ripristino della sigillatura delle testate mediante betoncino cementizio premiscelato colabile su supporto pulito e saturo d'acqua.
Nel caso di ancoraggi all'estradosso travi si procederà al ripristino della porzione di soletta precedentemente demolita
Si eseguirà in tal caso la preventiva risagomatura o ripristino di armature esistenti che dovessero es-sere state danneggiate durante le fasi di demolizione, con barre di armatura tipo B450 C.
Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento del ripristino è consigliabile effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale, dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.
Il ripristino sarà eseguito mediante calcestruzzo predosato e/o premiscelato marcato CE.

11.5.4.4 - Rinforzo strutturale delle travi di impalcato mediante l'utilizzo di placcaggi metallicI

Nel presente paragrafo vengono descritti materiali, prodotti e/o sistemi, con le relative tecniche di applicazione, riguardante 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 le lamiere metalliche ad essa collegate mediante l'inghisaggio chimico di connettori costituiti da barre metalliche filettate.
Prima di procedere al posizionamento dei connettori l'impresa dovrà verificare tramite i rilievi di dettaglio, a propria cura e spese, l'ubicazione dell'armatura di precompressione, al fine di escludere la possibilità di intercettare e interrompere le stesse durante l'esecuzione dei fori.
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 manifesta-te 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.

11.5.4.4.1 - Materiali

RESINA PER FISSAGGI DI BARRE FILETTATE

L'ancoraggio verrà garantito mediante sistema costituito da barra filettata e ancorante. Il sistema deve essere dotato di relativo certificato ETA secondo ETAG001 oppure EAD 330499-00-0601, DoP e marcato CE secondo la Valutazione Tecnica Europea per applicazioni strutturale.

Per i limiti di accettazione da controllare nelle relative schede tecniche dei prodotti e sistemi far riferimento alle caratteristiche prestazionali indicate nelle specifiche voci di prezzo.

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:

- B.13.010 Sistema di ancoraggio con tirafondo/barra filettata e ancorante
- B.13.030 Sistema di ancoraggio per barre B450 C e ancorante

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 $f_{yb} \geq 300$ N/mm^2
- Tensione di rottura $f_{tb} \geq 500$ N/mm^2
- Acciaio galvanizzato ≥5 µm
- Acciaio zincato a caldo ≥45 µm

Rosette ISO 7089 in acciaio galvanizzato zincato a caldo - Dado classe 8

- Acciaio galvanizzato ≥ 5 µm
- Acciaio zincato a caldo ≥ 45 µm

ADESIVO EPOSSIDICO PER INCOLLAGGI STRUTTURALI

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 - 4 per gli incollaggi strutturali, in particolare:

Caratteristiche Prestazionali essenziali	**Metodo di prova**	**Valori di riferimento**
Aderenza -pull out	EN 12188	La sollecitazione alla trazione creata dal giunto incollato in una prova a trazione diretta deve essere ≥ 14 N/mm^2.
- resistenza al taglio inclinato	EN 12188	La resistenza al taglio in compressione di prismi incollati obliquamente a varie angolatura θ deve essere > dei valori σ0 sotto riportati in 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	≥ 2000 N/mm^2
Resistenza al taglio	EN 12188	≥ 12 MPa
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	≥ 40 °C
Coefficiente di espansione termica	EN 1770 (compreso fra - 25°C e +60°C)	≤100 x 10-6 per K
Ritiro lineare	EN 12617-1	≤0,1%
Adesione del calcestruzzo	EN 12636	Rottura nel calcestruzzo
Adesione del calcestruzzo a superficie satura asciutta	EN 12636	Rottura nel calcestruzzo

RESINA EPOSSIDICA A BASSISSIMA VISCOSITÀ PER INTASAMENTI
Si veda paragrafo 11.5.4.3.1 - - Materiali CARPENTERIE METALLICHE
Le carpenterie metalliche degli elementi di rinforzo, in acciaio S355 di tipo autoprotetto, saranno realizzate secondo le specifiche costruttive e di tolleranza previste nella sezione del "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche – Opere d'arte maggiori - ponti e viadotti "

11.5.4.4.2 - FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI

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, sentito il progettista e previa autorizzazione del DL, 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 de-terminato 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 sigilla-tura 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 – Opere d'arte maggiori Ponti e Viadotti".
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 prefori della lamiera di rinforzo, dotati di diametro opportunamente maggiorato e tale da consentire il passaggio della punta di perforazione.

11.5.4.5 - Rinforzo strutturale delle travi di impalcato mediante precompressione esterna

Nel presente paragrafo vengono descritti materiali, prodotti e/o sistemi, con le relative tecniche di applicazione, riguardante il rinforzo di travi in CAP mediante l'introduzione di cavi di precompressione esterna. Per queste lavorazioni si rimanda, per quanto non specificamente indicato nel seguito, a quanto indicato in "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Opere d'arte maggiori Ponti e Viadotti".
Il rinforzo si rende necessario nei casi in cui, a causa delle difettosità originarie delle travi, da risanare come precedentemente specificato nel presente capitolato, l'assenza di protezione delle armature di precompressione ha causato fenomeni corrosivi delle stesse con conseguente riduzione della sezione resistente.
Le indagini preliminari al progetto di riparazione individuano le travi in cui detti rinforzi si rendono necessari.
Si specifica che, qualora nella fase di risanamento del martello dovessero palesarsi ulteriori casi di trefoli in avanzato stato di corrosione non individuati nelle indagini preliminari al progetto, in parti-colare 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.

11.5.4.5.1 - Materiali

GUAINA IN HDPE PER VIPLATURA DEI TREFOLI
La guaina in Polietilene ad Alta Densità dovrà essere tassativamente estrusa a caldo intorno al trefolo impregnato di grasso o cera di petrolio in accordo alle NF T 54-072 o altra normativa approvata dalla DL.
In assenza di indicazioni riportate nello ETA del fornitore, ci si dovrà attenere ai seguenti requisiti:

- Spessore minimo della guaina: 1,5 mm (-0, +0,25)
- Tensione minima di trazione allo snerva-mento 19 MPa
- Allungamento minimo a rottura: 350 %
- Percentuale di carbonio: 2,3% +/- 0,3%
- Resistenza agli agenti esterni:

la guaina, esposta per 1000 ore in atmosfera salina secondo le ASTM B 117T, deve garantire la protezione dell'acciaio contro la corrosione e non deve presentare un aumento della durezza Shore superiore al 20 %;
la guaina, esposta per 1200 ore alla prova di invecchiamento secondo le ASTM E 4260 type E, deve mantenere inalterate le sue caratteristiche meccaniche.
CERA DI PETROLIO O GRASSO
In assenza di indicazioni riportate nello ETA del fornitore, ci si dovrà attenere ai seguenti requisiti.
Il materiale prescelto e approvato dalla Direzione Lavori dovrà avere consistenza solida a tempera-tura ambiente e liquida alla temperatura di iniezione; dovrà riempire completamente i vuoti tra i fili costituenti il trefolo e tra questo e la guaina per viplatura, rimanere flessibile e non ridursi di volume per 30 anni.
Le sue prestazioni dovranno rimanere inalterate in un campo di temperature comprese tra –30 C° e +60 C° e di umidità relativa 20%-100%, anche in ambiente salino, e dovrà impedire all'acqua di scorrere sui trefoli anche nel caso di rottura accidentale della guaina.
GUAINA DI PROTEZIONE ESTERNA
Le guaine saranno lisce, in Polietilene ad Alta Densità (HDPE) stabilizzato ai raggi U.V. le cui caratteristiche

dovranno soddisfare le EN 12201, quando non diversamente autorizzato dalla D.L.
Esse, in assenza di indicazioni riportate nello ETA del fornitore, ci si dovrà attenere ai seguenti requisiti: avranno diametro interno sufficiente al contenimento del numero dei trefoli costituente il cavo, precisamente il rapporto tra la sezione trasversale totale dei trefoli e la sezione interna della guaina non dovrà essere superiore a 0,5; lo spessore tale da garantire la necessaria resistenza sia alle pressioni radiali che all'usura nelle zone di deviazione dei trefoli; il rapporto tra il diametro e lo spessore della guaina non dovrà essere superiore a 18 e comunque dovrà essere in grado di sopportare tutte le sollecitazioni che si hanno nella fase di montaggio, di eventuale iniezione ed in esercizio.
Qualora siano richieste saldature tra segmenti di guaina, queste dovranno essere fatte preferibilmente prima dell'infilaggio dei trefoli o, comunque, garantendo che i trefoli stessi non vengano danneggiati o dal surriscaldamento o dalle correnti di saldatura. L'appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della DL il metodo che intende seguire per assemblare i segmenti di guaina onde ottenere la lunghezza richiesta per ciascuno cavo.
Le guaine dovranno essere posate secondo il tracciato previsto a progetto e tenute in posizione prima dell'inizio dell'infilaggio dei trefoli. Esse saranno collegate ai dispositivi d'ancoraggio tramite elementi di transizione che garantiscano la perfetta tenuta.
CARPENTERIE METALLICHE
Le carpenterie metalliche degli elementi di rinforzo verranno realizzate in acciaio nelle qualità indicate nel progetto e saranno realizzate secondo le specifiche costruttive e di tolleranza previste nella sezione del "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Opere d'arte maggiori Ponti e Viadotti".

11.5.4.5.2 - Fasi esecutive e prescrizioni

La tecnica di intervento per il rinforzo mediante precompressione esterna può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Montaggio delle carpenterie metalliche;
- Messa in opera del sistema di precompressione;
- Tesatura dei cavi;
- Sigillatura delle testate.

In aggiunta a quanto indicato in "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Opere d'arte maggiori Ponti e Viadotti", si precisa quanto riportato nei paragrafi successivi.
MONTAGGIO DELLE CARPENTERIE METALLICHE
La messa in opera del sistema di precompressione prevede il montaggio di elementi di carpenteria metallica quali blocchi di deviazione, blocchi di ancoraggio in testata e piastre di rinforzo la cui installazione sarà eseguita mediante le stesse tecniche, fasi e con i materiali già descritti nella precedente sezione "11.5.4.4 - - Rinforzo strutturale delle travi di impalcato mediante l'utilizzo di placcaggi metallicI alla quale si rimanda integralmente, con le seguenti precisazioni:
I punti di deviazione dei cavi saranno realizzati tramite i dispositivi strutturali definiti in progetto previo controllo di compatibilità dei raggi di curvatura con i limiti indicati dal produttore del sistema di ancoraggio.
I blocchi di ancoraggio dei cavi in testata saranno realizzati tramite i dispositivi strutturali definiti in progetto previo controllo di compatibilità geometrica con le testate di ancoraggio del sistema di precompressione che si intende impiegare.
I blocchi di ancoraggio in testata saranno messi in opera mediante adesivo epossidico per incollaggio da applicare a spatola, con rasatura a zero sul supporto in calcestruzzo (relativamente alla superficie di testata della trave) e con spessore di 1-2 mm da applicare sulla parte in lamiera di acciaio, escludendo i risvolti.
Si procederà quindi all'intasamento dei giochi costruttivi tra i risvolti della lamiera e la testata della trave, mediante colatura o iniezione di resine epossidiche a bassissima viscosità, previa sigillatura, con mezzi ritenuti più idonei, delle fughe laterali e delle forature delle lamiere.
Si procederà in fine all'installazione delle barre filettate di ancoraggio, eseguendo le forature del supporto attraverso i pre-fori della lamiera di rinforzo in base alla procedura già precedentemente definita.
MESSA IN TENSIONE DEI CAVI
L'appaltatore, sulla base del tipo di ancoraggio prescelto, dovrà fornire preliminarmente le caratteristiche delle pompe e dei martinetti che utilizzerà; dovrà inoltre indicare, sulla base del piano di tesa-ture approvato dalla D.L., la pressione da applicare ad essi per ottenere la tensione dei trefoli specificata in progetto tenuto conto delle perdite di carico che si hanno nel complesso ancoraggio-martinetto per attriti interni, rientro dei cunei, deviazioni dei cavi, etc.
Si procederà inoltre ad una verifica preliminare di compatibilità geometrica del sistema di tesatura con martinetto da impiegarsi, relativamente agli spazi disponibili.
Prima della tesatura verrà effettuata la taratura dei manometri con un manometro campione e verrà acquisita tutta la certificazione relativa alle attrezzature impiegate.
Verranno inoltre accuratamente puliti i trefoli secondo le procedure che dovranno essere indicate dalla ditta fornitrice.

La messa in tensione è subordinata all'ottenimento della resistenza minima del calcestruzzo, richiesta dagli elaborati di progetto, e dalla raggiunta funzionalità degli ancoranti.
Ottenuto il benestare da parte della D.L. per l'inizio delle operazioni di tesatura e, dopo aver completato le operazioni di posizionamento delle piastre di contrasto con le relative morsetterie, si procederà alle operazioni di tiro.
I cavi potranno essere tesati da una o da entrambe le estremità a mezzo di martinetti multitrefolo, capaci cioè di tendere contemporaneamente tutti i trefoli costituenti il cavo.
Solo in particolari esigenze costruttive, laddove non si possa utilizzare un martinetto multiplo, sarà ammesso, dietro approvazione della D.L., l'utilizzo di martinetti di tipo monotrefolo.
Le pressioni massime e di conseguenza le tensioni finali che andranno ad agire sui singoli cavi ver-ranno raggiunte per gradini intermedi secondo quanto specificato sugli elaborati di progetto.
Per ogni singolo gradino di tesatura si dovrà riportare su apposite tabelle i relativi allungamenti dei cavi.
Tale operazione verrà ripetuta sino ad arrivare alle pressioni ed alle tensioni massime richieste dai programmi di tesatura con lettura finale degli allungamenti.
Durante tutte le operazioni di tiro sarà buona norma delimitare e proteggere le zone retrostanti le testate di ancoraggio per evitare il passaggio di personale non addetto alle operazioni stesse.
CONTROLLO DEGLI ALLUNGAMENTI
Per un corretto controllo degli allungamenti si procederà come segue:
Effettuare un primo gradino di messa in tensione ad una pressione di allineamento pari al valore incluso fra 0,05 ÷ 0,10 della pressione finale Po.
L'allungamento corrispondente a questo gradino non deve essere preso in conto in quanto accumula un insieme di allungamenti di assestamento, di tipo non elastico, quali presa del martinetto, corda molle dei trefoli, allineamento martinetti ecc.
Ogni gradino di allungamento è ricavato per misura della corsa del pistone del martinetto (da misurare con asta millimetrata).
L'allungamento totale misurato in sito Ar, somma degli allungamenti parziali misurati in ciascuno step di carico, escludendo lo step iniziale di messa in tensione i cui allungamenti saranno computati con opportuna estrapolazione, dovrà situarsi nella forchetta compresa tra 0,95 e 1,10 dell'allungamento teorico calcolato Ao.
Si possono riscontrare le seguenti due anomalie:

- L'allungamento Ar è troppo elevato: si limiterà quindi la messa in tensione al valore di allungamento massimo (1,10xAo), annotando il valore di pressione raggiunto per ottenere detto allungamento; si sottoporrà quindi il risultato ottenuto all'attenzione della DL per la risoluzione dell'anomalia.
- L'allungamento Ar è inferiore a 0.95xAo: si terminerà quindi la messa in tensione alla pressione finale Po; si sottoporrà quindi il risultato ottenuto all'attenzione della DL per la risoluzione dell'anomalia.

Secondo la lunghezza dei cavi e la corsa dei martinetti può essere necessario effettuare più riprese di tesatura per ottenere la tensione finale.
SIGILLATURA DELLE TESTATE
Le testate di ancoraggio dei cavi saranno sigillate mediante apposita cuffia amovibile in polietilene ad alta densità HDPE, stabilizzata ai raggi U.V., successivamente iniettata con cera di petrolio o grasso.

11.5.4.6 - Rinforzo strutturale dei trasversi di impalcato mediante precompressione esterna

Nel presente articolo vengono trattati i materiali ed i magisteri inerenti al rinforzo dei trasversi (in c.a. o c.a.p) di impalcato mediante l'introduzione di barre di precompressione esterna. Per queste lavorazioni si rimanda, per quanto non specificamente indicato nel seguito, a quanto indicato in "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Opere d'arte maggiori Ponti e Viadotti".
Il rinforzo si rende necessario quando sussistono fenomeni di corrosione avanzata della precompressione esistente ovvero quando, applicando interventi di rinforzo ad alcune delle travi costituenti l'impalcato mediante precompressione aggiuntiva, si verificano sui trasversi esistenti stati tensionali dovuti a sollecitazioni aggiuntive non congruenti con la capacità resistente del trasverso stesso.

11.5.4.6.1 - Materiali GUAINA

DI PROTEZIONE ESTERNA
Le guaine saranno lisce, in Polietilene ad Alta Densità (HDPE) stabilizzato ai raggi U.V. le cui caratteristiche dovranno soddisfare le EN 12201, quando non diversamente autorizzato dalla D.L.
Esse avranno diametro interno specificato in progetto.
Qualora siano richieste saldature tra segmenti di guaina, queste dovranno essere fatte preferibilmente prima dell'infilaggio delle barre o, comunque, garantendo che esse non vengano danneggia-te o dal surriscaldamento o dalle correnti di saldatura. L'appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della DL il metodo che intende seguire per assemblare i segmenti di guaina onde ottenere la lunghezza richiesta.
Le guaine dovranno essere posate secondo il tracciato previsto a progetto e tenute in posizione prima dell'inizio

dell'infilaggio delle barre. Esse saranno collegate ai dispositivi d'ancoraggio tramite elementi di transizione che garantiscano la perfetta tenuta.
CARPENTERIE METALLICHE
Le carpenterie metalliche degli elementi di rinforzo verranno realizzate in acciaio nelle qualità indicate nel progetto secondo le specifiche costruttive e di tolleranza previste nella sezione del "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Opere d'arte maggiori Ponti e Viadotti".

11.5.4.6.2 - Fasi esecutive e prescrizioni

La tecnica di intervento per il rinforzo mediante precompressione esterna può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Individuazione del tracciato dei cavi di precompressione delle travi longitudinali;
- Perforazione delle travi;
- Montaggio delle carpenterie metalliche;
- Messa in opera del sistema di precompressione;
- Tesatura delle barre;
- Sigillatura delle testate.

In aggiunta a quanto indicato in "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Opere d'arte maggiori Ponti e Viadotti", si precisa quanto riportato nei paragrafi successivi.
MONTAGGIO DELLE CARPENTERIE METALLICHE
La messa in opera del sistema di precompressione prevede il montaggio di elementi di carpenteria metallica quali blocchi di ancoraggio e piastre di rinforzo la cui installazione sarà eseguita mediante le stesse tecniche, fasi e con i materiali già descritti nella precedente sezione "11.5.4.4 - - Rinforzo strutturale delle travi di impalcato mediante l'utilizzo di placcaggi metallicI alla quale si rimanda integralmente, con le seguenti precisazioni:
I blocchi di ancoraggio in testata saranno realizzati tramite i dispositivi strutturali definiti in progetto previo controllo di compatibilità geometrica con le testate di ancoraggio del sistema di precompressione che si intende impiegare.
I blocchi di ancoraggio in testata saranno messi in opera mediante adesivo epossidico per incollaggio da applicare a spatola, con rasatura a zero sul supporto in calcestruzzo (relativamente alla superficie di testata della trave) e con spessore di 1-2 mm da applicare sulla parte in lamiera di acciaio, escludendo i risvolti.
Si procederà quindi all'intasamento dei giochi costruttivi tra i risvolti della lamiera e la testata del trasverso, mediante colatura o iniezione di resine epossidiche a bassissima viscosità, previa sigillatura, con mezzi ritenuti più idonei, delle fughe laterali e delle forature delle lamiere.
Si procederà in fine all'installazione delle barre filettate di ancoraggio, eseguendo le forature del supporto attraverso i pre-fori della lamiera di rinforzo in base alla procedura già precedentemente definita.
MESSA IN TENSIONE DELLE BARRE
L'appaltatore, sulla base del tipo di ancoraggio prescelto, dovrà fornire preliminarmente le caratteristiche delle pompe e dei martinetti che utilizzerà; dovrà inoltre indicare, sulla base del piano di tesature approvato dalla D.L., la pressione da applicare ad essi per ottenere la tensione delle barre specificata in progetto tenuto conto delle perdite di carico che si hanno nel complesso ancoraggio-martinetto per attriti interni, assestamenti etc.
Si procederà inoltre ad una verifica preliminare di compatibilità geometrica del sistema di tesatura con martinetto da impiegarsi, relativamente agli spazi disponibili.
Prima della tesatura verrà effettuata la taratura dei manometri con un manometro campione e verrà acquisita tutta la certificazione relativa alle attrezzature impiegate.
La messa in tensione è subordinata all'ottenimento della resistenza minima del calcestruzzo, richiesta dagli elaborati di progetto, e dalla raggiunta funzionalità degli ancoranti.
Ottenuto il benestare da parte della D.L. per l'inizio delle operazioni di tesatura e, dopo aver completato le operazioni di posizionamento delle piastre di contrasto, si procederà alle operazioni di tiro.
Le barre saranno tesate secondo il piano di tesatura specificato in progetto: le pressioni massime e di conseguenza le tensioni finali che andranno ad agire sulle barre verranno raggiunte per gradini intermedi secondo quanto specificato sugli elaborati di progetto.
Per ogni singolo gradino di tesatura si dovrà riportare su apposite tabelle i relativi allungamenti delle barre.
Tale operazione verrà ripetuta sino ad arrivare alle pressioni ed alle tensioni massime richieste dai programmi di tesatura con lettura finale degli allungamenti.
Durante tutte le operazioni di tiro sarà buona norma delimitare e proteggere le zone retrostanti le testate di ancoraggio per evitare il passaggio di personale non addetto alle operazioni stesse.
CONTROLLO DEGLI ALLUNGAMENTI
Per un corretto controllo degli allungamenti si procederà come segue:
Effettuare un primo gradino di messa in tensione ad una pressione di allineamento pari al valore incluso fra 0,05 ÷ 0,10 della pressione finale Po.
L'allungamento corrispondente a questo gradino non deve essere preso in conto in quanto accumula un insieme di

allungamenti di assestamento, di tipo non elastico, quali presa del martinetto, assestamenti, allineamento martinetti ecc.
Ogni gradino di allungamento è ricavato per misura della corsa del pistone del martinetto (da misurare con asta millimetrata).
L'allungamento totale misurato in sito Ar, somma degli allungamenti parziali misurati in ciascuno step di carico, escludendo lo step iniziale di messa in tensione i cui allungamenti saranno computati con opportuna estrapolazione, dovrà situarsi nella forchetta compresa tra 0,95 e 1,10 dell'allungamento teorico calcolato Ao.
Si possono riscontrare le seguenti due anomalie:

- L'allungamento Ar è troppo elevato: si limiterà quindi la messa in tensione al valore di allungamento massimo (1,10xAo), annotando il valore di pressione raggiunto per ottenere detto allungamento; si sottoporrà quindi il risultato ottenuto all'attenzione della DL per la risoluzione dell'anomalia.
- L'allungamento Ar è inferiore a 0.95xAo: si terminerà quindi la messa in tensione alla pressione finale Po; si sottoporrà quindi il risultato ottenuto all'attenzione della DL per la risoluzione dell'anomalia.

Secondo la lunghezza delle barre e la corsa dei martinetti può essere necessario effettuare più riprese di tesatura per ottenere la tensione finale.
INIEZIONI
Le guaine vengono iniettate con metodologia tradizionale utilizzando boiacca di cemento; si rimanda al paragrafo 11.7.8.4 - - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti SIGILLATURA DELLE TESTATE
Le testate di ancoraggio delle barre saranno sigillate mediante apposita cuffia amovibile in polietilene ad alta densità HDPE, stabilizzata ai raggi U.V., successivamente iniettata con cera di petrolio o grasso.

11.6 - ACCETTAZIONE E CONTROLLI

11.6.1 - Controllo delle certificazioni per materie prime e prodotti

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati per la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. devono rispondere ai requisiti indicati al § 11.1 delle NTC.
In particolare, per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE, sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato, ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.
Al paragrafo 11.13.1 - - Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi sono riportate le tabelle che sintetizzano i requisiti di prodotto richiesti per le varie materie prime utilizzate (cementi, aggiunte minerali, aggregati, acqua, additivi, agenti espansive, fibre)
Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.
Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C), rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, come riportato al § 11.1 delle NTC.
Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

11.6.2 - Prequalifica e qualifica

11.6.2.1 - Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi

In accordo, alle NTC per la produzione dei conglomerati cementizi si possono configurare due differenti possibilità:

- calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;
- calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

11.6.2.1.1 - Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato

Tale situazione si configura unicamente nella produzione di quantitativi di miscele omogenee inferiori ai 1.500 m^3, effettuate direttamente in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati.
In tal caso, la produzione deve avvenire sotto la diretta responsabilità dell'Impresa e con la diretta vigilanza della Direzione dei Lavori.

a. Prove di prequalifica

L'Impresa è tenuta ad effettuare la qualificazione iniziale (prequalifica) delle miscele per mezzo della "valutazione preliminare della resistenza" (§ 11.2.3 delle NTC) prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che sarà utilizzata per la costruzione dell'opera (indicata nella tabella di cui § 11.14.1 - - ALLEGATO 1: CONTROLLI SUL CEMENTO).
La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori accreditati (rif. Par. 11.6.4 - - Laboratori).
Nella relazione di prequalifica, l'Impresa dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità; per i materiali provenienti da cava, occorre l'autorizzazione dell'Ente alla coltivazione in corso di validità con stima dei metri cubi coltivati e dei metricubi ancora da estrarre;
- documentazione comprovante la marcatura CE dei materiali costituenti o altra certificazione volontaria del produttore e relative schede tecniche;
- massa volumica reale s.s.a. ed assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI EN 1097;
- diametro nominale massimo degli aggregati e studio granulometrico secondo UNI EN 933/1,2;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco secondo UNI EN 12350/6 e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale cui è destinata la miscela secondo UNI EN 206 e UNI 11104;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- contenuto di aria della miscela valutata secondo UNI EN 12350-7;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo da asciutta a superfluida valutata secondo UNI EN 12350/1 con i tre metodi delle UNI EN 12350/2,3,4 a seconda del livello di lavorabilità della miscela. Per i calcestruzzi auto- compattanti la consistenza verrà valutata con i metodi previsti nelle UNI EN 12350/9,10,11,12;
- condizioni di stagionatura utilizzate per specifiche verifiche;
- la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo secondo UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2, ovvero altre per specifiche verifiche (es. con temperature analoghe a quelle previste in sito);
- resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni (Rck), secondo UNI EN 12390-3 e UNI EN 12390 - 4;
- curve di resistenza nel tempo (con misure a 2, 7, 14 e 28 giorni, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione Lavori);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

NOTA. Seguendo le indicazioni previste nell'appendice A dalla UNI EN 206 relativamente alle prove iniziali, la valutazione della classe di consistenza e della resistenza media a compressione a 28 giorni dovrà essere ripetuta su tre diversi impasti. Il valor medio dei tre prelievi (ciascuno di tre provini) dovrà soddisfare le seguenti relazioni:

- $R_{i\ min} > R_{ck}$
- $R_{cm} > R_{ck} + C$

con C pari al doppio dello scarto atteso in produzione e, quindi, usualmente compreso tra 6 e 12 N/mm^2 (in assenza di previsioni sullo scarto di produzione, si assumerà il valore più alto pari a 12 N/mm^2).
I limiti di accettazione per le varie proprietà sono indicati nella tabella riportata al § 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO
La relazione di prequalifica, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nella tabella di cui al citato Allegato 1, dovrà essere sottoposta all'esame della Direzione dei Lavori almeno 30 giorni prima dell'inizio dei relativi getti.

b. Prove di qualifica presso l'impianto

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato detta relazione di prequalifica e dopo aver effettuato in impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, tre impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella riportata nel succitato 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO (prove di qualifica).
Anche l'attività di qualifica dovrà essere effettuata per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori accreditati (rif. Par. 11.6.4 - - Laboratori).
I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.
Salvo diversa richiesta della Direzione Lavori, le verifiche previste sulle materie prime nella fase di qualifica sono riportate nelle tabelle dei succitati Allegati da 11.14.1 - a 11.14.8 - (par. 11.14 - - ALLEGATI) , mentre quelle previste sui calcestruzzi sono riportate nella tabella di cui al già citato 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO.
La verifica sarà completa su una miscela, mentre sulle altre due ripetizioni sarà limitata solo alla verifica delle proprietà principali di cui ai successivi punti 1, 2 e 3.

Le miscele verranno autorizzate solo se:

1. la classe di consistenza risulti conforme alla classe richiesta per almeno 60' (salvo richieste aggiuntive in relazione ai tempi di trasporto di cui al successivo par.11.7.2 - - Trasporto dei conglomerati cementizi), con una tolleranza di ±20mm tra un impasto e l'altro, di consistenza all'interno della classe
2. la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata alle stesse stagionature delle prove di prequalifica sui provini prelevati dai tre impasti della prova di qualifica in impianto di confezionamento, non si discosti di ±10% dal valore indicato nella relazione di prequalifica
3. Il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco non si discosti di più del ±3% da quello nominale impostato a seguito della prequalifica
4. Il rapporto acqua-cemento determinato secondo le modalità descritte al par. 11.13.1.4 - - Acqua di impasto non si discosti di più 0,03 da quello di prequalifica
5. I valori medi degli altri requisiti aggiuntivi di cui al successivo par. Errore. L'origine riferimento non è s tata trovata. eventualmente previsti rispettino i limiti di progetto.

I limiti di accettazione per le varie proprietà sono indicati nella tabella riportata nel succitato 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

In conformità al § 11.2.2 delle NTC, si ribadisce che la responsabilità della qualità finale del calcestruzzo, che sarà controllata dalla Direzione Lavori secondo le procedure di cui al successivo par. 11.6.3.1 - Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi , resta comunque in capo all'Impresa.

NOTA Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di prequalifica e verificate in sede di qualifica, non potranno essere modificati in corso d'opera salvo deroghe eccezionali convenute con la Direzione Lavori. Qualora, eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

11.6.2.1.2 - Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato

Tale situazione è contemplata dalle NTC al § 11.2.8, dove si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il conglomerato realizzato mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia all'interno del cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza, in questa fattispecie rientrano, a loro volta, due tipologie di produzione del calcestruzzo, vale a dire:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi esterni al cantiere (impianti di preconfezionamento o di prefabbricazione);
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei)

In questi casi, gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate al confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle NTC e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

NOTA Tale sistema di controllo, chiamato "controllo della produzione in fabbrica" (FPC), deve essere riferito a ciascun impianto ed è sostanzialmente differente dall'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale al quale, tuttavia, può essere affiancato.

Il sistema di controllo dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, autorizzato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e che operi in coerenza con la UNI CEI EN ISO/17021-1. Quale riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche reologiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, procederà a verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione, le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle di prequalifica effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

L'Impresa dovrà comunque consegnare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei getti, copia del dossier di prequalifica (basato sulle prove di autocontrollo di produzione) della miscela o delle miscele di calcestruzzo che verranno impiegate e dell'attestato di certificazione del sistema di controllo di produzione in fabbrica; qualora le forniture provengano da impianti di preconfezionamento esterni al cantiere ed estranei all'Impresa, quest'ultima sarà tenuta a richiedere copia dei documenti di cui sopra al produttore di calcestruzzo.

La Direzione Lavori verificherà, quindi, che i documenti accompagnatori di ciascuna fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Salvo specifica deroga/disposizione da parte della Direzione dei Lavori, è richiesta, in contradditorio con l'impresa,

la qualifica delle miscele presso l'impianto di preconfezionamento con prove già descritte in 11.6.2.1.1 - - Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato - b certificate da parte dei laboratori accreditati (rif. Par. 11.6.4 - - Laboratori). La Direzione Lavori si riserva in qualsiasi momento di verificare il mantenimento dei requisiti di qualifica del prodotto durante il corso dei lavori sia nel caso in cui abbia partecipato in contraddittorio alla qualifica iniziale ovvero nel caso in cui abbia derogato alle verifiche preliminari del processo di qualificazione.
Oltre alle prove di qualifica, saranno obbligatorie anche prove di prequalifica come in 11.6.2.1.1 - - Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato - a certificate da laboratorio accreditato.
Qualora i certificati del conglomerato cementizio del Laboratorio autorizzato restituiscano più di 3 coppie di valori inferiori ai requisiti minimi del CSA e/o della voce di prezzo in una finestra temporale di un mese, il Direttore dei Lavori disporrà una verifica della qualifica straordinaria a cura e spese dell'esecutore.
Nel caso in cui nel corso della verifica ordinaria e/o straordinaria della qualifica si dovesse accertare una modifica dei materiali, della miscela, delle proprietà, dei prodotti, ecc. rispetto alla documentazione di qualifica autorizzata dal Direttore dei Lavori, il processo di produzione verrà sospeso fino a nuova qualifica
del conglomerato cementizio. Solo dopo le verifiche del Direttore dei Lavori e l'approvazione della nuova qualifica l'esecutore potrà riprendere la produzione.
Tutti i costi e le spese della nuova qualifica e le successive verifiche del Direttore dei Lavori con un laboratorio designato da quest'ultimo rimangono a cura e spese dell'Appaltatore.
I tempi per la redazione ed approvazione della nuova qualifica e le prove del Direttore dei Lavori non determinano alcuna causa efficace al riconoscimento di proroghe o di presunto andamento anomalo dell'appalto.

11.6.2.1.3 - Qualifica dei calcestruzzi speciali

Relativamente a tutti i calcestruzzi speciali, di cui al § 11.2.2.1 - - Calcestruzzi speciali , anche se prodotti in impianto dotato di certificazione del processo produttivo cui al par. 11.6.2.1.2 - - Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato, dovranno essere sottoposti a prove di qualifica da parte di laboratori accreditati (rif. Par. 11.6.4 - - Laboratori) verificando, oltre a quanto descritto al par. 11.6.2.1.1 - - Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato - b, anche i seguenti requisiti aggiuntivi:

a. Nel caso dei calcestruzzi a ritiro compensato - in fase di prequalifica - andrà anche verificata l'efficacia dell'agente espansivo in eventuale combinazione con un agente antiritiro ed alle temperature critiche ipotizzate nei periodi di getto secondo il metodo della UNI 8148 riportato al § 11.13.1.6 - - Agenti espansivi non metallici È noto, infatti, che con temperature calde (sopra i 30°C) l'efficacia dell'espansivo viene ridotta, a causa della rapida reazione dello stesso quando il calcestruzzo è ancora in fase plastica mentre, viceversa, con climi molto freddi il ritardo nell'indurimento non permette di sfruttare a pieno il contrasto delle armature. In questi casi, andranno quindi ottimizzati sia il dosaggio dell'agente espansivo sia quello degli additivi regolatore di presa, nonché l'eventuale prolungamento della stagionatura umida del calcestruzzo.

NOTA Si precisa che la UNI 8148 non prevede dei limiti di accettazione, che andranno altresì definiti in base alle specifiche esigenze di progetto. In funzione del sistema espansivo adottato (ad esempio, a base ossido di calcio o solfo alluminato tetra calcico) il dosaggio di prodotto e l'espansione a breve termine andranno verificate in modo da garantire un ritiro nullo a 90 giorni. In via puramente indicativa, possono essere considerati i seguenti limiti di riferimento: a 1 giorno ≥400 μm/m; a 7 giorni ≥200 μm/m; a 28 giorni ≥100 μm/m; a 90 giorni ≥ 0 μm/m.

b. Nel caso dei calcestruzzi fibro-rinforzati questi dovranno rispondere a quanto riportato nel paragrafo 11.2.12 delle NTC e relativa Circolare esplicativa, e nella norma tecnica UNI 11039: "Calcestruzzo rinforzato con fibre d'acciaio; Parte I: Definizioni, classificazione e designazione" ed essere caratterizzati secondo UNI 11039 "Parte II: Metodo di prova per la determinazione della resistenza di prima fessurazione e degli indici di duttilità", ovvero secondo UNI EN 14651, menzionate al par. 11.13.3.11.2 - - Resistenza a flessione Nelle prove di prequalifica e qualifica, dovrà essere determinata la resistenza a trazione residua per lo stato limite di esercizio (f_{r1k}) e quella per lo stato limite ultimo (f_{r3k}) secondo le norme sopra specificate.

Nel caso in cui il calcestruzzo fibro-rinforzato abbia comportamento a trazione di tipo incrudente, i controlli allo stato indurito dovranno essere eseguiti secondo CNR-DT 204-2006.
NOTA Per le tipologie dei calcestruzzi fibro-rinforzati rientranti anche nella categoria di calcestruzzi a ritiro compensato, vale in aggiunta quanto riportato al precedente punto a)

c. Per i calcestruzzi leggeri per uso strutturale e non relativamente ai requisiti relativi alle altre materie prime, alle classi di durabilità, i controlli di produzione ed in corso d'opera, vale quanto già definito ai capitoli precedenti per i calcestruzzi di peso normale. Tra i requisiti aggiuntivi da verificare (di cui al par. Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.), particolare attenzione meritano quelli legati a lla omogeneità e stabilità della miscela allo stato fresco ed alla deformabilità del materiale allo stato indurito (ritiro, deformazione viscosa e modulo elastico).
d. I calcestruzzi proiettati di tipo strutturale permanente (qualsiasi sia la destinazione d'uso) dovranno essere sottoposti, con adeguato anticipo rispetto alla data prevista per l'inizio dei lavori, ad un procedimento di prequalifica e di qualifica, così come di seguito dettagliato.

Il progettista ed il Direttore dei Lavori potranno decidere se richiedere una prequalifica e/o una qualifica preliminari

all'impiego di calcestruzzi proiettati, per impieghi di tipo non strutturale o strutturale temporaneo. La fase di qualifica dovrà consistere dalla realizzazione di un campo di prova con l'esecuzione di un simulacro del manufatto da realizzare, impiegando le stesse attrezzature e manodopera e operando in condizioni analoghe a quelle previste per l'applicazione reale.
In occasione della realizzazione del simulacro, verranno verificate l'attitudine della miscela che si intende impiegare ad essere applicata mediante proiezione, l'idoneità dell'attrezzatura che si intende impiegare e le modalità di proiezione; inoltre, verranno verificate le principali prestazioni del conglomerato proiettato misurate sia su pannelli di prova appositamente prodotti come descritto al § 5.4 della UNI EN 14488-1, sia sul simulacro realizzato.
I prelievi dovranno essere eseguiti con le modalità indicate ai § 5.6 e 5.7 della UNI EN 14488-1; in particolare, si procederà a misurare le seguenti grandezze:

- classe di consistenza del calcestruzzo proiettato di riferimento;
- massa volumica del calcestruzzo proiettato di riferimento;
- aria inglobata nel calcestruzzo proiettato di riferimento;
- dosaggio degli additivi impiegati per la proiezione;
- eventuale dosaggio di fibre;
- verifica dello sfrido;
- resistenza meccanica del calcestruzzo giovane mediante i metodi A e B della UNI EN 14488-2 (se richiesto in progetto);
- resistenza meccanica a compressione (secondo UNI EN 12504-1 su carote estratte dal simulacro e dai pannelli di prova);
- massa volumica del calcestruzzo indurito (secondo UNI EN 12350-6 sulle carote estratte dal simulacro e dai pannelli di prova);
- resistenza a flessione di primo picco, ultima e residua secondo UNI EN 14488-3 (se richieste in progetto e applicabili);
- aderenza per trazione diretta secondo UNI EN 14488-4 (se richiesta in progetto e applicabile)
- capacità di assorbimento di energia secondo UNI EN 14488-5 (se richiesta in progetto e applicabile);
- spessore di calcestruzzo sul supporto secondo UNI EN 14488-6;
- contenuto di fibre secondo UNI EN 14488-7 (se applicabile)

I valori ottenuti dovranno essere confrontati con quelli specificati nel progetto, sulla base dei criteri di conformità riportati al § 7.5 della UNI EN 14487-1.
NOTA In particolare, in fase di qualifica si dovrà verificare l'entità della riduzione delle prestazioni meccaniche alle medie e lunghe stagionature del calcestruzzo con additivi acceleranti di presa e di indurimento rispetto ai valori attesi nella miscela di riferimento senza accelerante. proiezione. Anche dopo le riduzioni rispetto al conglomerato di riferimento, la resistenza a compressione a 28 giorni del conglomerato con additivo accelerante dovrà essere conforme alle specifiche di progetto.
NOTA La non conformità di un solo dei parametri sopra elencati comporterà l'esecuzione di una nuova qualifica, eseguita su una miscela adeguatamente modificata.
I risultati delle prove di resistenza meccanica sul calcestruzzo giovane e di massa volumica delle carote, inoltre, serviranno come riferimento per valutare i risultati delle stesse prove durante i controlli in corso d'opera.
NOTA L'accettazione di valori in deroga a quelli specificati è subordinata alla dichiarazione di adeguate garanzie di tipo prestazionale, che saranno quindi soggette a verifica da parte della Direzione Lavori.
NOTA La documentazione fornita non esime comunque il fornitore dall'obbligo di eseguire ulteriori prove ed a presentare la relativa documentazione, qualora la Provincia di Savona le ritenesse necessarie per le esigenze dell'appalto. L'impresa esecutrice, se diversa dal fornitore, resta comunque totalmente responsabile della qualità dell'opera eseguita, anche per quanto possa dipendere dalla effettiva qualità dei materiali stessi.

11.6.2.2 - Qualifica delle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione

Le malte e i calcestruzzi predosati e/o premiscelati da ripristino strutturale e protezione dovranno essere marcate CE secondo la serie di norme UNI EN 1504 - "Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità"; in particolare si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI EN 1504-3: per Prodotti da riparazione strutturale e non;
- UNI EN 1504-2: per prodotti per la protezione superficiale;
- UNI EN 1504-5 per i prodotti da iniezione.

Essendo le malte e i calcestruzzi predosati e/o premiscelati in questione prodotti dotati di marcatura CE obbligatoria, le prove di prequalifica e qualifica si intendono sostituite dalle prove del controllo del processo produttivo certificato da Ente terzo notificato.
Tuttavia, è facoltà della Direzione Lavori richiedere la verifica sia con prove di laboratorio che con prove applicative in opera, in contraddittorio con l'Impresa, alcune proprietà principali (ad esempio, l'adesione al calcestruzzo del substrato o la stabilità dimensionale della malta), sia in fase qualifica che in fase di controllo di accettazione.

I controlli di accettazione in corso d'opera hanno valore anche ai fini contabili al fine di accertare che le caratteristiche dichiarate dal Produttore siano garantite in corso d'opera dall'esecutore, nel rispetto dei requisiti minimi previsti dal CSA e dalle voci di prezzo di ciascun prodotto autorizzato all'impiego.
Per ulteriori approfondimenti si rimanda al par. 11.5 - - MALTE E CALCESTRUZZI DA RIPRISTINO STRUTTURALE E PROTEZIONE

11.6.2.3 - Qualifica degli acciai

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.
NOTA Si precisa che per tutte le forniture dichiarate non idonee (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

11.6.2.3.1 - Acciaio per c.a.

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad aderenza migliorata qualificati secondo le procedure indicate nelle NTC al § 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.
Tutte le forniture di acciaio provenienti dai centri di trasformazione devono essere accompagnate da copia dell'"Attestato di Qualificazione", rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.
I centri di trasformazione sono impianti esterni allo stabilimento ed al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, ferri piegati, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri devono possedere i requisiti ed operare in conformità alle disposizioni dei §§ 11.3.1.7 delle NTC.
Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione, è necessaria la documentazione atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dalle NTC. Inoltre, dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (che può anche essere inserita nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

NOTA Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso, per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati, in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione", dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.
Per le barre in acciaio zincato o inossidabile per c.a., relativamente all'accettazione delle forniture, si procederà come per gli acciai ordinari.
Per le barre in acciaio zincato il produttore, oltre alla documentazione sopra richiesta, per ogni fornitura, dovrà presentare la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono. La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.
La Direzione dei Lavori, prima della messa in opera, provvederà a verificare quanto sopra indicato; in particolare, controllerà la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.
Qualora la fornitura di acciai evidenzi non conformità rispetto alle caratteristiche meccaniche previste dalle NTC, non sanabili rispetto a quanto previsto dalla stessa normativa, l'impresa esecutrice provvederà alla demolizione e ricostruzione dell'opera/parte d'opera a sua cura e spese.

11.6.2.3.2 - Acciaio per c.a.p.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai per c.a.p. qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 delle NTC e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5

delle succitate NTC.
Tutte le forniture di fili, barre e trefoli dovranno essere accompagnate da copia in corso di validità dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

11.6.3 - Controlli in corso d'opera

11.6.3.1 - Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi

11.6.3.1.1 - Controlli di accettazione sui conglomerati cementizi

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 delle NTC su miscele omogenee di conglomerato come definite al § 11.2.1 delle citate NTC.
Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori il quale, prima di accettare la fornitura e di procedere con i prelievi, dovrà:

- verificare, dal documento di consegna, l'ora di carico e di prevista consegna del calcestruzzo ed accertarsi che l'organizzazione data allo scarico ed alla messa in opera consenta il rispetto dei tempi indicati al successivo par. 11.7.2 - - Trasporto dei conglomerati cementizi
- verificare che gli elementi contenuti nel documento di consegna di cui al successivo par. 11.7.2 - - Trasporto dei conglomerati cementizi siano conformi alle prescrizioni richieste e respingere il carico in caso di loro mancata corrispondenza;
- controllare che il tipo ed il diametro massimo dell'aggregato corrispondano a quanto richiesto e, in caso di difformità, respingere il carico;
- controllare che la consistenza del calcestruzzo consegnato sia corrispondente a quanto richiesto e specificato sul documento di consegna, ovvero respingere il carico ove essa risultasse di classe diversa.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m3 di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle NTC e nella norma UNI-EN 206.
Il numero e la tipologia dei controlli di accettazione relativi alla classe di resistenza sarà conforme alle due tipologie previste al § 11.2.5 delle NTC, vale a dire:

- Tipo A (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea inferiori ai 1500 m3);
- Tipo B .

In particolare, i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati e stagionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio prove di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, secondo la UNI EN 12390-3. Le
casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi; al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti. La geometria delle casseforme deve essere cubica, di lato pari a 150 mm, ovvero cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.
Sulla superficie dei provini sarà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido, sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini.
Inoltre, la superficie dei provini dovrà essere protetta con apposito coperchio o pellicola plastica, per evitare l'evaporazione dell'acqua fino al momento dello scassero e del trasferimento in ambiente con UR > 95%.
L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo, che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:
   - tipo di calcestruzzo e relative classi di consistenza, durabilità, resistenza, cloruri e Dmax;
   - numero di provini effettuati;
   - codice del prelievo;
   - metodo di compattazione adottato;
   - numero del documento di trasporto;
   - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (ad esempio: muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.)
2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice
3. Data e ora di confezionamento dei provini
4. Firma della Direzione Lavori

Al termine del prelievo, si procederà alla conservazione dei provini in adeguate strutture predisposte a cura e spese dell'impresa, secondo quanto stabilito dal CSA – Norme Generali; gli stessi saranno appoggiati al di sopra di una superficie orizzontale piana in posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.
Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 ore (in ogni caso non

oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine, i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio Ufficiale incaricato di effettuare le prove di schiacciamento, ove si provvederà alla loro conservazione, una volta rimossi dalle casseforme, in acqua alla temperatura costante di 20±2 °C, oppure in ambiente termostatato posto alla temperatura di 20±2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.
Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate), per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.
Le medesime condizioni dovranno essere garantite dall'impresa nel caso i provini vengano scasserati secondo i tempi sopramenzionati e non inviati immediatamente al laboratorio di prova.
NOTA L'Impresa sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio, nonché del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo presso detto Laboratorio, unitamente ad una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori, la quale allegherà a tale richiesta copia del verbale di prelievo.
I certificati emessi dal Laboratorio prove di cui al § 11.6.4 - - Laboratori dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 delle NTC.
I limiti di accettazione e la frequenza di verifica delle varie proprietà sono riportati nella tabella di cui al già citato 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO.
Qualora la Direzione dei Lavori abbia necessita di prove complementari (per esigenze legate alla logistica di cantiere, alla rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa o alla messa in tensione dei cavi di precompressione) potrà prescrivere l'ottenimento di un determinato valore della resistenza caratteristica in tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature di maturazione diverse dai 20 °C. In questi casi, oltre al numero di provini previsti per ciascun controllo di accettazione, sarà confezionata un'ulteriore coppia di provini con le medesime modalità, fatta eccezione per le regole di conservazione dei campioni: questi, infatti, saranno maturati in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e/o temperature diversi da quelli standard.
NOTA Si specifica che tali prove complementari non potranno, in alcun caso, sostituire i "controlli di accettazione" sopra definiti.

11.6.3.1.2 - Controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera

Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza ai valori di resistenza prescritti del calcestruzzo già messo in opera, la Direzione Lavori procederà al controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.
NOTA Tali prove, in ogni caso, non devono intendersi sostitutive dei controlli di accettazione (§ 11.2.6 delle NTC).
Il valor medio (e quello caratteristico) della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è, in genere, inferiore al valor medio (ed a quello caratteristico) della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in laboratorio (definita come resistenza potenziale).
È accettabile un valore caratteristico della resistenza strutturale ($R_{ck,\ STRUTT}$), misurata con le tecniche distruttive e/o non distruttive ritenute più opportune da parte della D.L. e debitamente trasformata in
resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore caratteristico definito in fase di progetto secondo NTC.
Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alla norma UNI EN 12504-1 (prove distruttive), e alle norme UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4 (prove non distruttive), nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP (Settembre 2017) e al § C11.2.6 della Circolare esplicativa.
Ai sensi delle NTC, "Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive".
I limiti di accettazione e la frequenza di verifica delle varie proprietà sono sintetizzati nella tabella riportata nel 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO.
Le aree di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove non distruttive, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine.
Le aree ed i punti di prova debbono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi; pertanto, si farà riferimento al giornale dei lavori ed eventualmente al registro di contabilità, per identificare correttamente le strutture o porzioni di esse interessate dalle non conformità.
La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati.
In assenza di altre indicazioni specifiche, per il numero minimo di prove, si potrà far riferimento alle Tabelle C8.5.V

e C8.5.VI della Circolare esplicativa ed alla possibilità, prevista dalla stessa, di sostituire parte delle prove distruttive con metodi non distruttivi opportunamente tarati.
La definizione e la divisione in regioni di prova, di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.
Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate, mentre nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto.
Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme di cui sopra, contestualmente alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.
In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive sia di evidenti difetti (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.) che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse, sia di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), sia di polvere ed impurità in genere.
L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie non rimovibili deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.
L'assenza di armatura in corrispondenza dei punti di prova dovrà essere verificata mediante preliminare indagine pacometrica (riferimento norma BS 1881).
In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

11.6.3.1.3 - Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali

Oltre ai controlli generali uguali per tipo e frequenza a quelli previsti per i calcestruzzi ordinari dalle NTC, sui calcestruzzi speciali andranno previsti anche i seguenti controlli aggiuntivi:

a. Nel caso dei calcestruzzi a ritiro compensato le misure dell'espansione andranno eseguite con il metodo B della UNI 8148, come già riportato ai paragrafi 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali e 11.13.1.6 - - Agenti espansivi non metallici
b. I calcestruzzi fibro-rinforzati dovranno essere sottoposti a prove di accettazione in cantiere, secondo quanto previsto nelle NTC, paragrafo 11.2.12 e relativa circolare esplicativa, nonché Tabella 8.1 delle Istruzioni CNR-DT 204/2006, che viene di seguito riportata come Tabella 10 del presente Capitolato.

Tabella 10: Prove durante la produzione di calcestruzzi fibrorinforzati (secondo CNR-DT 204/2006)

Oggetto	Proprietà	Metodo	Frequenza
FRC fresco	Corretta miscelazione e distribuzione omogenea fibre	UNI EN 206	Ogni giorno di getto di miscela omogenea
FRC fresco	Contenuto delle fibre	Peso dopo separazione fibrematrice UNI EN 14721 (*)	Ogni 50 m^3 di getto di miscela omogenea o almeno 2 controlli al giorno
FRC indurito	Resistenza di prima fessurazione	Appendice A DT 204 UNI 11039-2	Appendice B DT 204
FRC indurito	Resistenze equivalenti	Appendice A DT 204	Appendice B DT 204

NOTE alla Tabella 10
(*) Procedura valida solo per fibre metalliche. Per altro tipo di fibre occorre mettere a punto procedura specifica.

c. Durante l'applicazione dei calcestruzzi proiettati, si procederà ad un controllo sistematico dei parametri riportati nei prospetti 11, 12 e 13 della UNI EN 14487-1, nel rispetto della categoria di ispezione prescritta in progetto. La Direzione Lavori potrà richiedere prove aggiuntive, o frequenze maggiori di controllo rispetto a quelle previste nei suddetti prospetti, in qualsiasi caso ne ravveda la necessità, ovvero in seguito al verificarsi di non conformità. Inoltre, nel controlli in corso di esecuzione, la resistenza a compressione ottenuta dovrà risultare non inferiore al 75% di quella misurata sulle carote ricavate dalla piastra confezionata con il calcestruzzo proiettato di riferimento (non inferiore al 90% per acceleranti di presa non alcalini).

11.6.3.2 - Controlli sulle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione

Per il controllo di qualità delle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione si farà riferimento a quanto previsto in generale dalla UNI EN 1504 -10 "Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori"; in particolare, per l'applicazione si farà riferimento ai seguenti punti della norma UNI EN 1504-10:

- § 7.2 per la preparazione del substrato in calcestruzzo;
- § 7.3 per la preparazione dell'armatura;
- §§ da 8.2.1 a 8.2.4 per l'applicazione a mano, proiettati e gettati;
- § 8.2.5 per la stagionatura in accordo con UNI EN 13670;
- § 8.2.7 per l'applicazione di rivestimenti superficiali e altri trattamenti conformi a UNI EN 1504-3. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al par. 11.5.3.2 - - Ripristino con malte, conglomerati cementizi premescolati e/o predosati, cls

11.6.3.3 - Controlli sugli acciai

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute:

- per l'acciaio per c.a.: nel § 11.3.2.12 delle NTC;
- per l'acciaio per c.a.p.: nel § 11.3.3.5 delle NTC.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. Il campionamento è costituito da un prelievo di 3 saggi ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive. I 3 saggi devono essere dello stesso diametro, ed avere una lunghezza minima di 150cm, avendo cura di variare il diametro dei controlli successivi, nell'ambito della gamma impiegata. In caso contrario, i controlli devono essere estesi agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.
Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.
Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione, la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, le modalità di controllo sono definite:

- per l'acciaio per c.a.: al § 11.3.2.10.3 delle NTC;
- per l'acciaio per c.a.p.: al § 11.3.3.5.3 delle NTC.

In tale circostanza il Direttore dei Lavori deve delegare per iscritto il Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione al prelievo dei campioni che costituiscono il prodotto lavorato avendo cura di richiedere al CdT, per l'accettazione della fornitura, la documentazione di origine di ciascun singolo elemento che costituisce il prodotto lavorato dallo stabilimento produzione secondo quanto stabilito al punto 11.3 delle NTC.
Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare comunque tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (quali, ad esempio indice di aderenza e saldabilità).
Nel caso di forniture giudicate non conformi dalla Direzione Lavori, queste saranno immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa, alla quale sarà altresì imputato l'onere delle nuove forniture.
NOTA Prima di procedere alla messa in opera dei sistemi di precompressione a cavi post-tesi, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori l'attestazione di deposito presso il Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale della documentazione prescritta al § 11.5 delle NTC.
Per i controlli delle barre in acciaio zincato o inossidabile per c.a., in cantiere o nel luogo di lavorazione, nonché per le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova si procederà come per gli acciai ordinari.
Oltre alle prove previste in precedenza, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del successivo par. 11.13.5 - - Acciaio per c.a.: zincatura a caldo per immersione In primo luogo, la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura. In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali, le forniture saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.
Per le modalità di controllo del rivestimento di zinco (qualità superficiale, adesione del rivestimento, massa di rivestimento per unità di superficie) e quale utile guida per la scelta dei quantitativi minimi di zinco, si può fare riferimento alle norme UNI 10622 ed UNI EN ISO 1461 come riportato al § 11.3.2.8.2 delle NTC.
Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i laboratori accreditati indicati dalla medesima con oneri della certificazione a carico della Provincia di Savona.

11.6.4 - Laboratori

Le prove di qualifica eseguite in integrazione alla Marcatura CE, nonché le prove di collaudo o verifica eseguite sui materiali 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), ovvero dai laboratori ufficiali o accreditati di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.
NOTA : le prove di accettazione principali, complementari o integrative di cui al paragrafo § 6.3.1 possono essere eseguite per legge solo dai laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

11.7 - MODALITÀ DI ESECUZIONE

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al § 4.1. delle NTC, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo: requisiti comuni" ed alle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Settembre 2017).
L'Impresa esecutrice è tenuta a presentare, nei modi e nei tempi previsti dal Contratto, un programma dei getti che saranno eseguiti nella settimana lavorativa successiva, con indicazione di:

- data e ora di esecuzione del getto;
- ubicazione del getto (opera e parte d'opera);
- classe di resistenza del conglomerato cementizio, in accordo a quanto previsto dal progetto;
- metri cubi di calcestruzzo previsti;
- impianto di betonaggio di provenienza

Ogni variazione al programma deve essere comunicata (salvo casi dovuti a motivi di sicurezza), in forma scritta, con un preavviso minimo di 1 giorno.
Inoltre, l'Impresa esecutrice deve verificare l'esistenza della documentazione di qualifica, con particolare riferimento alla rispondenza della miscela prevista per il getto alle condizioni di aggressività dell'ambiente, nonché deve prevedere l'elaborazione di una specifica di stagionatura delle opere/parti d'opera da realizzare; tale specifica deve essere trasmessa per informazione alla Provincia di Savona.

11.7.1 - Confezionamento dei conglomerati cementizi

Il confezionamento dei conglomerati cementizi prodotti con processo non industrializzato dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori, conformi alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., secondo le procedure di prequalifica e qualifica già descritte nei precedenti par. 11.6.2.1 - - Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi
Qualora il calcestruzzo sia prodotto con processo industrializzato, non occorrerà alcun esame preventivo dell'impianto da parte della Direzione Lavori, la quale, come già precisato al par. 11.6.2.1.2 - - Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato si limiterà ad acquisire la documentazione di prequalifica.
NOTA Ove opportuno, la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere, in contradditorio con l'Impresa, una qualifica della miscela o delle miscele in impianto di preconfezionamento, con prove certificate da parte dei laboratori di prova di cui al par. 11.6.4 - - Laboratori.

11.7.2 - Trasporto dei conglomerati cementizi

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei, al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e, comunque, tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.
Per quanto non specificato nel seguito, si farà riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.
Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.
NOTA Ciascuna fornitura di calcestruzzo dovrà essere accompagnata da un documento di trasporto (bolla) conforme alle specifiche del § 7.3 della UNI EN 206, sul quale dovranno essere riportati almeno

- data e ora di produzione;
- data e ora di arrivo in cantiere, di inizio scarico e di fine scarico;
- classe o classi di esposizione ambientale;
- classe di resistenza caratteristica del conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di consistenza o valore numerico di riferimento;
- classe di contenuto in cloruri;
- quantità di conglomerato trasportata;
- la struttura o l'elemento strutturale cui il carico è destinato. L'Impresa dovrà esibire detta documentazione

alla Direzione dei Lavori Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.
È facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.
Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali, quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dall'impianto al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza, si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione, purché esso possegga i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti.

11.7.3 - Posa in opera dei conglomerati cementizi

11.7.3.1 - Operazioni preliminari

Le operazioni di getto potranno essere avviate solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.
Al momento della messa in opera del conglomerato, è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione dei Lavori incaricato a norma di legge, oltre che di un responsabile tecnico dell'Impresa.
Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.
Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., occorre controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.
I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

11.7.3.2 - Getto del calcestruzzo

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.
Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo.
L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50-80 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.
L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.
Nel caso di getti verticali ed impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano e soprattutto con i calcestruzzi autocompattanti, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto
fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa.
E' anche raccomandabile che lo spessore degli strati orizzontali di getto, misurato dopo vibrazione non sia maggiore di 30 cm.
Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente per l'intero spessore del getto fresco, per 5-10 cm in quello sottostante se ancora lavorabile e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo, come dettagliato nella seguente Tabella.
Tabella 11: Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato.

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20

S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Nel caso di un calcestruzzo autocompattante senza vibrazione, è possibile raggiungere una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 metri; tale distanza, comunque, dipende anche dalla densità delle armature.
Il conglomerato cementizio sarà posto in opera ed assestato con ogni cura, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.
Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.
Se il getto sarà effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.
Deve essere garantita la continuità del funzionamento delle attrezzature, possibilmente anche mediante apparecchiature di riserva, allo scopo di evitare rallentamenti e/o interruzioni delle operazioni di costipamento.
Per la finitura superficiale di solette e pavimentazioni, è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con il metodo descritto nella UNI 11146 - Appendice A, impiegando le seguenti tolleranze:

- ±10 mm su 2 metri per solette o pavimentazioni semplicemente staggiate;
- ± 5 mm su 2 metri per solette o pavimentazioni sottoposte a fratazzatura meccanica

Quando il calcestruzzo deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti, approvati dalla Direzione Lavori, necessari ad impedire che l'acqua ne dilavi le superfici e ne pregiudichi la normale maturazione.
NOTA Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele, tenendo conto che è assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo, sarà l'Impresa unica responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta.
Nel caso di calcestruzzi speciali per getti massivi - in ogni caso - il getto dovrà rimanere, per almeno 4 giorni consecutivi, entro casseri ricoperti dall'esterno con materassini termoisolanti che riducano il gradiente termico tra nucleo e periferia del getto. Quando le superfici non casserate avranno iniziato la fase di indurimento, occorrerà procedere alla stesa dei materassini anche in queste zone. Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti (con le modalità di cui al successivo par. 7.5) per ulteriori 3 giorni consecutivi alla rimozione dei casseri.
NOTA Qualora dovessero insorgere esigenze particolari, per sospendere la maturazione di calcestruzzi speciali per getti massivi esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione Lavori. Qualora, per particolari esigenze costruttive, si debba procedere con una rapida rimozione delle casseforme (immediatamente dopo le 24 ore dal getto, ma comunque sempre su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori), la superficie dei getti dovrà essere prontamente ricoperta con fogli di polietilene e materassini coibenti e tale rimarrà per 7 giorni consecutivi.

11.7.3.3 - Posa in opera in climi freddi

Al momento della consegna dovrà essere verificato, conformemente a quanto indicato al par. 11.6.3.1.2 - - Controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera, che la temperatura dell'aria e del calcestruzzo fresco non siano minore di 5 °C.
In condizioni di temperatura ambientale inferiore, considerando che tra il termine della miscelazione e la messa in opera si deve prevedere un raffreddamento di 2÷5°C, il getto potrà essere eseguito solo nel caso vengano rispettate le seguenti prescrizioni:

- nel caso in cui la temperatura dell'aria sia compresa fra 0°C e 5°C, la produzione e la posa in opera del conglomerato cementizio devono essere sospese, a meno che non sia garantita una temperatura dell'impasto durante la fase di getto non inferiore a 10°C, ad esempio mediante un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti e/o dell'acqua di impasto all'impianto di betonaggio, con l'avvertenza che la temperatura raggiunta dall'impasto non sia superiore a 25°C. In alternativa, è possibile utilizzare, sotto la responsabilità dell'Impresa, additivi acceleranti di presa conformi alla UNI EN 934-2 e, se autorizzati dalla D.L., opportuni additivi antigelo;
- per temperature comprese fra -4°C e 0°C, potranno essere eseguiti esclusivamente getti relativi a

fondazioni, pali e diaframmi, ferme restando le condizioni dell'impasto di cui al punto precedente;
- salvo specifiche prescrizioni di progetto, da sottoporre comunque a preventiva approvazione, non si deve procedere all'esecuzione di getti quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a –4°C.

L'Impresa esecutrice deve inoltre adottare le seguenti ulteriori precauzioni:
- eseguire opportune protezioni dei getti, per permettere l'avvio della presa ed evitare la dispersione del calore di idratazione;
- eseguire una valutazione del tempo necessario al mantenimento delle casseforme in relazione all'effettivo valore di temperatura ambientale (vedi successivo par 11.7.5.2 - - Rimozione dei casseri e maturazione umida);
- scegliere, per il getto, le ore più calde della giornata;
- in caso di presenza di neve e/o ghiaccio, prima del getto si deve accertarne l'avvenuta rimozione dai casseri, dalle armature e dal sottofondo.

NOTA Al fine di poter mettere in atto correttamente e verificare le prescrizioni riguardanti le temperature di getto, occorre che in cantiere sia esposto un termometro in grado di indicare le temperature minime e massime giornaliere.

11.7.3.4 - Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 33 °C, la temperatura dell'impasto dovrà essere mantenuta entro i 25 °C. Per i getti massivi (di cui al par. 11.2.2.1 - - Calcestruzzi speciali - d tale limite dovrà essere convenientemente diminuito.
Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo, potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, avendo cura di computarne l'esatta quantità nel calcolo del rapporto a/c (di cui al § 11.13.3.3 - - Rapporto acqua/cemento) affinché il valore prescritto non subisca alcuna variazione.
La temperatura delle casseforme metalliche, se maggiore di 33°C, deve essere ricondotta a tale valore con tolleranza di 5°C, mediante preventivi getti esterni di acqua fredda.
Per realizzare una miscela di calcestruzzo entro i limiti di temperatura sopra indicati, si potrà procedere al raffreddamento degli aggregati stoccati con getti di acqua fredda, prevedendo un adeguato drenaggio per evitarne il ristagno ed un controllo dell'umidità aggiuntivo per asciugatura, oltre a quello effettuabile mediante le sonde.
Per ritardare la presa e garantire il mantenimento della lavorabilità al getto secondo quanto indicato al par. 11.7.3.2 - - Getto del calcestruzzo, per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa conformi alle indicazioni riportate nel par. 11.13.1.5 - - Additivi e preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.
Per i getti in clima caldo e, soprattutto se asciutto e ventilato, dovranno essere adottate le seguenti precauzioni:
- esecuzione dei getti al mattino, alla sera o di notte;
- impiego di cementi a basso calore d'idratazione;
- impiego di additivi superfluidificanti per il mantenimento della lavorabilità;
- proteggere adeguatamente le superfici del getto, per evitare eccessive variazioni termiche tra l'interno e la parte corticale dei getti;
- a fine getto, mantenere umide le superfici del calcestruzzo secondo quanto indicato al successivo par. 11.7.5 - - Stagionatura e disarmo

Nel caso vengano utilizzati getti di acqua nebulizzata, la temperatura della stessa non dovrà essere inferiore di oltre 10°C rispetto a quella della superficie del calcestruzzo.

11.7.3.5 - Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che vengano eseguiti i getti senza soluzione di continuità, così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comportasse il protrarsi del lavoro in giornate festive e la conduzione a turni. In nessun caso, l'Impresa potrà avanzare richieste di maggiori compensi.
Qualora debbano essere previste riprese di getto, sarà obbligo dell'Impresa procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

11.7.3.5.1 - Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo fresco

L'Impresa dovrà aver verificato, in fase di qualifica, che le caratteristiche della miscela possiedano requisiti tali da rendere compatibili i due getti, tenendo presente il tempo necessario per il ricoprimento del primo getto, il mantenimento della lavorabilità nel tempo, il tempo di presa del calcestruzzo già gettato. All'atto del getto dello strato successivo, la consistenza dello strato di primo getto deve essere almeno tale da permettere la penetrazione della vibrazione per uno spessore di qualche centimetro.
A tal fine, l'Impresa potrà fare uso di additivi ritardanti, in modo da garantire tempi massimi per le interruzioni,

senza compromettere le caratteristiche di monoliticità.

11.7.3.5.2 - Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito

L'impresa deve predisporre una superficie di ripresa, realizzando una scarifica meccanica del calcestruzzo indurito, procedendo, prima del nuovo getto, al lavaggio della superficie di ripresa con acqua in pressione, in modo da eliminare la malta e lasciare esposto l'aggregato grosso.
Per l'eventuale utilizzo di prodotti filmogeni vale quanto riportato al par. 11.13.1.5 - - Additivi
Tra le diverse riprese di getto non dovranno presentarsi distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore. In caso contrario, deve provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali concordati con la Provincia di Savona.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti tipo "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti secondo le indicazioni progettuali e della Direzione Lavori, in maniera tale da non interagire con le armature.

11.7.4 - Casseforme

L'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare per realizzare i casseri e le relative opere di sostegno, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.
Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.
Nel caso di calcestruzzi autocompattanti, la maggiore spinta sui casseri andrà valutata secondo quanto specificato al § 5.1 e 5.2 delle già citate LL.GG. 2017.

11.7.4.1 - Pulizia e trattamento delle casseforme

Prima del getto, le casseforme dovranno essere pulite, per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio, ecc.
In ogni caso, l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato il medesimo prodotto. Qualora sia previsto l'utilizzo di calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore delle superfici.
Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.
Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà avvenire contemporaneamente al getto.

11.7.4.2 - Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre, in corso di esecuzione, quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

11.7.5 - Stagionatura e disarmo

11.7.5.1 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non casserate

Le superfici in calcestruzzo non casserate, al termine della messa in opera e successiva compattazione, devono essere stagionate e protette dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).
Per consentire una corretta stagionatura, è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'Impresa è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- l'applicazione, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing), conformemente a quanto già specificato al § 11.13.1.5 - - Additivi;

- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata, con temperature della stessa non inferiori di oltre 10°C rispetto a quelle della superficie del getto;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido, in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie completamente ricoperta da un costante velo d'acqua.

La costanza della composizione degli agenti di curing dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.
I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate e/o ricoperte con altri materiali, a meno di non prevedere la loro rimozione prima delle altre applicazioni.
Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per un periodo di tempo non inferiore a quello indicato ai prospetti F1, F2 e F3 della UNI EN 13670.
Qualora dovessero insorgere esigenze particolari, per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.
Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50, la maturazione deve essere curata in modo particolare.
Qualora sulle superfici orizzontali, quali solette di ogni genere o pavimentazioni, si rilevino fenomeni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a quanto indicato al par. 11.2.1 - - Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla protezione o alla sigillatura delle fessure come indicato al succitato par. 11.2.1 - - Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo.
Di norma, viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari, la Direzione Lavori potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.
Resta inteso che, durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

11.7.5.2 - Rimozione dei casseri e maturazione umida

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le resistenze minime prescritte in progetto per eseguire tale operazione. In assenza di specifiche prescrizioni, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle NTC.
La rimozione dei casseri e dei relativi puntelli, comunque, dovrà essere effettuata non prima che il calcestruzzo, in funzione della classe di resistenza, del tipo di cemento impiegato e delle condizioni ambientali, del tipo di manufatto, abbia raggiunto una resistenza meccanica adeguata a non subire danni durante e in conseguenza delle operazioni di disarmo.
Normalmente, la permanenza nei casseri a contatto con una superficie in calcestruzzo ne assicura una stagionatura protetta.
Qualora, fatto salvo quanto detto ad inizio del presente §, la rimozione del cassero da una superficie avvenga prima che sia trascorso il tempo minimo di stagionatura definito nei prospetti F1, F2 e F3 della UNI EN 13670, dovranno essere predisposte azioni atte a garantire il completamento della stagionatura umida, utilizzando una o più precauzioni tra quelle di seguito elencate:

- l'applicazione, sulle superfici scasserate, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing), conformemente a quanto già specificato al § 11.13.1.5 - - Additivi;
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata, assicurandosi che la temperatura della stessa non si discosti di oltre 10°C rispetto a quella della superficie del calcestruzzo;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido, in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità.

Per l'uso degli agenti di curing, valgono le stesse limitazioni elencate al par. 11.7.5.1 - - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non casserate.

11.7.5.3 - Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamenti termici sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento che si intende adottare.
In particolare, si dovrà verificare che la resistenza meccanica del calcestruzzo soddisfi comunque i requisiti richiesti nella Errore: sorgente del riferimento non trovata precedentemente riportata, anche se sottoposto allo specifico ciclo termico adottato; inoltre, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 ore dall'impasto, non deve superare i 30 °C;
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15°C/h e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto;
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 °C;
- la temperatura massima del calcestruzzo non dovrà, in media, superare i 65 °C;
- il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo, sia all'interno che sulla superficie esterna dei manufatti;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

Il concetto di resistenza caratteristica è riferito a provini stagionati per 28 giorni a 20°C e UR > 95%.
Pertanto, anche per le opere sottoposte maturazione accelerata a temperature diverse da 20°C, è obbligatorio procedere all'esecuzione dei controlli di accettazione del calcestruzzo, nel rispetto di quanto indicato al par. 11.6.3.1.1 - - Controlli di accettazione sui conglomerati cementizi.
In aggiunta a tali controlli, sarà comunque obbligatorio eseguire prove complementari (vedi par. 11.6.3.1.1 - - Controlli di accettazione sui conglomerati cementizi) su provini stagionati nelle stesse condizioni termo-igrometriche dell'opera (sottoposti allo stesso trattamento termico) e testati:

- immediatamente prima del momento previsto per il taglio dei trefoli o per la messa in tiro delle armature post tese;
- alla scadenza dei 28 giorni.

In ogni caso, i provini maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura, prelevati con la stessa frequenza e nelle stesse quantità previste per i controlli di cui al succitato par. 11.6.3.1.1 - - Controlli di accettazione sui conglomerati cementizi, dovranno rispettare, a 28 giorni, le prescrizioni contenute nella già citata Errore: sorgente del riferimento non trovata.

11.7.5.4 - Regolarità delle superfici casserate

Eventuali irregolarità o sbavature presenti sulle superfici gettate contro cassero, qualora ritenute non tollerabili dalla Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed, i punti incidentalmente difettosi, dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo. Resta inteso, che gli oneri derivanti dalle suddette operazioni ricadranno totalmente a carico dell'Impresa.
Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta reoplastica a ritiro compensato previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 20 mm.

Eventuali ferri (fili, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura, di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 5 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

11.7.6 - Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

È tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse, per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.
Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte, tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).
I giunti dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto e saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti faccia a vista, secondo linee rette continue o spezzate.
I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole tipologie di conglomerato.
Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'Elenco Prezzi prevede espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti, con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto. I manufatti di tenuta o di copertura dei giunti possono essere costituiti

da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, poliossipropilene, poliossicloropropilene o da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene).
In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti. I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleo-resinose, bituminose-siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri, che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primer, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.
È tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi, occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto, in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto, con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.
Nell'esecuzione dei manufatti contro terra il progetto dovrà tenere conto, in numero sufficiente ed in posizione opportuna, dell'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione. Le indicazioni progettuali saranno il riferimento per l'Impresa, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione dei Lavori. I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili. Per la formazione dei fori, l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

11.7.7 - Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, è prescritto l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico, al fine di garantire gli spessori di copriferro previsti in progetto; lungo le pareti verticali, si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri, dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.
Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi, saranno eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. L'Impresa dovrà inoltre adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.
Il diametro di piegatura deve essere tale da evitare sia fessure nella barra che la rottura del calcestruzzo all'interno della piegatura. Per i valori minimi da adottare, ci si riferisce alle prescrizioni contenute nella UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 8.3
Tabella 12 Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate.

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
Ø ≤ 16 mm	4 Ø
Ø > 16 mm	7 Ø

NOTA. Alla consegna in cantiere, l'Impresa avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette, con appositi teli, dall'azione dell'aerosol marino.
È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.
Per le barre in acciaio zincato il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera. Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bi-componente, in modo tale da ripristinare lo spessore della protezione prima della piegatura.

11.7.8 - Armature di precompressione

Valgono le prescrizioni contenute nel "CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – Opere d'Arte Maggiori – Ponti e Viadotti", integrate con quanto indicato nei sub paragrafi di seguito dedicati ai sistemi di precompressione.
L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per

tutte le disposizioni costruttive ed, in particolare, per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, nella posa in opera delle armature di precompressione si precisa che l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti realizzati, ad esempio, con pettini in tondini d'acciaio.

11.7.8.1 - Fili, barre e trefoli

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.
I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi. Devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento. Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.
Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.
I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.
Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.
Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.
Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento. All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di saldature, ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.
I cavi inguainati monotrefolo dovranno essere di tipo compatto, costituiti da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, rivestiti con guaina tubolare in polietilene ad alta densità intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico. Le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

11.7.8.2 - Tesatura delle armature di precompressione

L'Impresa, durante le operazioni di tesatura dovrà registrare, su appositi moduli, da consegnare in copia alla Direzione Lavori, i tassi di precompressione e gli allungamenti totali o parziali di ciascun trefolo o cavo della struttura.
Nelle strutture ad armatura pretesa le armature di precompressione dovranno essere ricoperte dal conglomerato cementizio per tutta la loro lunghezza.

11.7.8.3 - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiacca di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).
Tale boiacca sarà preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, in alternativa potrà essere ottenuta da una miscelazione in sito di cemento, aggiunte minerali, additivi superfluidificanti, eventuali additivi antiritiro, agenti espansivi non metallici e modificatori di viscosità ed acqua nel qual caso le singole materie prime impiegate dovranno rispettare i requisiti indicati nel § 11.13.1 - - Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi.
Sia le boiacche premiscelate pronte all'uso che quelle prodotte in cantiere, dovranno soddisfare i requisiti riportati al § 6 della UNI EN 447, in termini di:

- prova di setacciatura;
- fluidità;
- bleeding;
- cambiamento di volume;
- resistenza meccanica;
- tempo di presa;

- densità.

Le prove verranno eseguite nel rispetto delle modalità riportate nella UNI EN 445.
La posa in opera della boiacca dovrà essere preceduta da una valutazione dell'idoneità, con le modalità riportate nel § 6 della UNI EN 446.
Nelle operazioni di iniezione dovranno essere seguite le prescrizioni riportate nella UNI EN 446. In aggiunta, valgono le seguenti ulteriori prescrizioni:

- la misura della fluidità delle boiacche di iniezione, eseguita con la prova del cono di Marsh (§ 4.3.1 della UNI EN 445), dovrà rispettare le indicazioni aggiuntive riportate al seguente § 11.7.8.3.1 - - Misura della fluidità con il cono di Marsh;
- la misura di fluidità dovrà essere eseguita, per ogni impasto, all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiacca in uscita sarà paragonabile a quella in entrata. Si dovrà provvedere con appositi contenitori, affinché la boiacca di sfrido non venga scaricata senza alcun controllo sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi
- l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità, almeno 4000÷5000 giri/min (con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). È proibito l'impasto a mano, il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta, in base ai valori di fluidità desunti dalla misura al cono di Marsh;
- indipendentemente dal soddisfacimento della prova di setacciatura, prima di essere immessa nella pompa, la boiacca dovrà essere vagliata con setaccio avente maglia di 2 mm di lato;
- è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali. Ugualmente, dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello. All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere, al termine dell'iniezione, la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 ore;
- l'iniezione dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta. In caso di interruzioni dovute a cause di forza maggiore e superiori a 5 minuti, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.

11.7.8.3.1 - Misura della fluidità con il cono di Marsh

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni riportate nella seguente Figura 10.1, con ugello intercambiabile di diametro variabile da 8 a 11 mm. La fluidità della boiacca sarà determinata misurando il tempo totale di scolo di 1000 cm^3 di boiacca essendo il cono, inizialmente riempito con 2000 cm^3 di prodotto. La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi di cui alla Figura di seguito riportata, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli.

Figura 10.1: Dimensioni cono di Marsh e abachi per scelta ugello di prova.

11.7.8.4 - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti

Le presenti norme regolano l'esecuzione di iniezioni con miscele a bassa viscosità delle guaine di cavi di

precompressione di strutture in c.a.p. esistenti con grado di riempimento variabile.
A seconda del tipo di guaine da riempire, del loro numero e del loro grado di riempimento, dovrà essere deciso il tipo di materiale da usare (resine epossidiche pure o caricate o boiacche di cemento pronte all'uso) e le modalità d'iniezione (iniezione tradizionale, da più fori oppure iniezioni sotto vuoto).
Nel caso di riempimento di guaine completamente vuote, saranno sempre usati materiali di tipo cementizio.

11.7.8.4.1 - Requisiti comuni

I prodotti impiegati per l'esecuzione di iniezioni a bassa viscosità dovranno essere conformi alle specifiche riportate nella UNI EN 1504-5.
In particolare, dovranno essere sempre soddisfatti i requisiti prestazionali riportati nel prospetto 6 (prodotti per iniezione con capacità di trasmissione di forze).

11.7.8.4.2 - Sistemi epossidici

Verranno utilizzati esclusivamente sistemi epossidici costituiti da resine bicomponente (A+B), soddisfacenti i requisiti prestazionali di cui al par. 11.7.8.3 - - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove (per i prodotti di tipo P), oltre ai requisiti di identificazione riportati nel prospetto 4 della UNI EN 1504-5.
La Direzione Lavori, a seconda delle presumibili dimensioni dei vuoti all'interno delle guaine ed in relazione alle circostanze emerse durante il lavoro di iniezione, potrà ordinare l'uso di cariche (per esempio cemento) che, comunque, dovranno essere di natura basica o neutra.
Dovranno essere, inoltre, rispettate le seguenti prescrizioni:

- tempo di presa: riferito al sistema epossidico puro, dovrà essere compatibile con le esigenze del lavoro e comunque non inferiore a 2 ore. Per particolari condizioni operative, la Direzione Lavori potrà richiedere tempi di presa superiori;
- POT-LIFE misurato (secondo SECAM) alla temperatura 23±1 °C e umidità relativa del 65±5% in bicchiere di vetro della capacità di 100 cm^3 su quantità di 50 cm^3 di miscela (media su 5 prove);
- viscosità: riferita al sistema epossidico puro, non dovrà essere superiore a 180 cps a 23±1 °C ed umidità relativa di 65±5%. La sua determinazione potrà essere fatta mediante misura diretta o con tazza FORD 4 termostatata (media su 5 prove);
- ritiro: dovrà risultare minore dello 0,19, misurato secondo norma UNI-PLAST 4285 media su 5 prove (norma ritirata senza sostituzione);
- comportamento in presenza d'acqua: l'eventuale presenza di acqua nelle guaine non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela;
- protezione chimica dei ferri d'armatura: la miscela dovrà avere pH basico, compreso tra 10,5 e 12,5; tale valore verrà misurato sulla resina miscelata (A + B), nel rapporto di catalisi di fornitura, diluita con acqua distillata, per avere la necessaria bagnabilità del rilevatore.

11.7.8.4.3 - Boiacche cementizie

Le boiacche cementizie per iniezioni ad elevata fluidità saranno di tipo preconfezionato, pronte all'uso con la semplice aggiunta di acqua, esenti da aggregati metallici, di viscosità molto bassa pur con rapporti acqua/cemento non superiori a 0,38 e soddisfacenti i requisiti di cui al par. 11.7.8.3 - - Iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove per i prodotti di tipo H, nonché i requisiti di identificazione riportati nel prospetto 5 della UNI EN 1504-5.
Dovranno essere, inoltre, rispettate le seguenti prescrizioni:

- viscosità: la viscosità verrà valutata con cono di Marsh, ugello da 12 mm; il tempo di scolo di 1000 cm^3 non dovrà essere superiore a 30 sec nella boiacca appena confezionata e dovrà mantenersi costante per almeno 30 min;
- ritiro: la boiacca dovrà essere priva di ritiro; è preferibile un comportamento espansivo;
- essudazione (bleeding): il materiale dovrà esserne esente;
- resistenza meccanica: la resistenza meccanica alla compressione semplice su provini cubici di 7 o 10 cm di lato dovrà risultare non inferiore a 25 MPa dopo 3 giorni, 35 MPa dopo 7 giorni ed a 50 MPa dopo 28 giorni con una massa volumica degli stessi non inferiore a 18,5 kN/m^3.

NOTA Le suddette caratteristiche dovranno essere definite per ogni lotto di miscela prodotta.

11.7.8.5 - Modalità di iniezione

11.7.8.5.1 - Iniezioni tradizionali

Preliminarmente, sulle travi nelle quali è stato già individuato il presumibile tracciato dei cavi di precompressione

mediante misure geometriche effettuate con riferimento ai disegni di progetto e con l'ausilio di sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura Georadar ad alta frequenza e/o Tomografia Ultrasonica, si dovrà procedere alla localizzazione delle guaine mediante tasselli effettuati con microdemolitori (normalmente, con un passo di 3-4 m su ogni cavo, partendo dal centro della trave).
Non tutti i tasselli serviti per localizzare e valutare lo stato delle guaine saranno attrezzati per l'iniezione, ma soltanto quelli più idonei; su di essi si applicheranno i tubetti d'iniezione provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto; qualora la profondità del tassello sia rilevante, la pasta collante sarà stesa in più strati successivi. Le stuccature dovranno essere impermeabili al tipo di materiale usato nell'iniezione e, nel caso di iniezioni sottovuoto, dovranno permettere la formazione di quest'ultimo. Tubetti di iniezione verranno introdotti anche nei fori degli ancoraggi dei cavi, preliminarmente scoperti e puliti, eventualmente riperforati con trapano, quindi stuccati con la pasta di cui sopra.
I tasselli non utilizzati per l'iniezione delle guaine saranno chiusi mediante malta reoplastica fluida non segregabile, tixotropica, a basso calore d'idratazione, priva di ritiro, ad elevata resistenza meccanica ed elevato potere adesivo all'acciaio ed al conglomerato cementizio. La stuccatura verrà rinforzata e supportata con una rete elettrosaldata debitamente ancorata, mediante saldature o legature alle armature esistenti. Si procederà, inoltre, a stuccature e riparazioni di zone di conglomerato cementizio poroso, vespai ecc., in modo
da chiudere possibili vie di uscita dei materiali di iniezione. Tali stuccature saranno effettuate con paste a base epossidica e, quando previsto dal progetto, anche rinforzate con reti metalliche.
Dopo almeno 48 ore dall'ultimazione della stuccatura, si procederà alla soffiatura all'interno delle guaine, per eliminare eventuali sacche d'acqua e per valutare la consistenza dei vuoti nei vari tratti.
Si procederà quindi alla iniezione della miscela, scegliendo il punto iniziale in base alle risultanze della soffiatura.
In linea di massima, sarà conveniente partire dai fori di iniezione in mezzeria della trave, dove sono in comunicazione gran parte delle guaine e procedere sino alla fuoriuscita (se possibile) della miscela dai primi tubetti posti ai lati del punto di iniezione.
Si inietteranno poi questi ultimi e, successivamente, quelli adiacenti, in successione, fino ad ottenere la fuoriuscita della miscela dalle testate dei cavi.
Naturalmente, 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 dei cavi e, comunque, in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.

11.7.8.5.2 - Iniezioni sottovuoto

Potranno essere usate tecniche di iniezione sottovuoto, cioè provocando con apposita attrezzatura aspirante un vuoto dell'ordine di 1 bar nelle cavità da iniettare ed ammettendo poi il materiale di riempimento.
Le modalità di preparazione di fori di iniezione e la loro ubicazione sono analoghe a quelle descritte per le iniezioni tradizionali, con la variante che sarà necessario, una volta decisi i punti in cui applicare gli iniettori, effettuare una prima valutazione della possibilità di creare il vuoto e dell'entità del volume delle cavità presenti.
La prima valutazione tende ad individuare la necessità o meno di effettuare gli interventi di tenuta e le zone dove dovranno essere eseguite tali stuccature; la seconda a stimare i consumi e, principalmente, a controllare, a iniezione terminata, che tutti i vuoti valutati siano stati riempiti.
A seconda dell'attrezzatura disponibile, la valutazione si effettuerà tramite misura (con contalitri) del volume d'aria ammesso nella cavità, dopo aver effettuato il vuoto, oppure in base alla legge di Boyle-Mariotte.
A questo punto, si procederà alle iniezioni vere e proprie con il materiale di riempimento prescelto; il materiale introdotto nella cavità per azione del vuoto dovrà, a passaggio terminato, essere posto sotto una pressione di 2-3 bar prima del bloccaggio del tubo d'iniezione.
Occorrerà anche valutare il volume del materiale entrato, in genere misurando il consumo in chilogrammi e passando al volume (V_m) per tramite del peso specifico del materiale stesso, oppure valutando direttamente il volume del materiale iniettato.
Il rapporto V_m/V_l*100 (grado di riempimento) verrà indicato per ogni singola iniezione.

11.7.8.6 - Prove

Per accertare la rispondenza ai requisiti richiesti, i materiali dovranno essere sottoposti a prove presso un laboratorio accreditato di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori.

11.7.9 - Malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione

Si rimanda integralmente al par 11.5 - - MALTE E CALCESTRUZZI DA RIPRISTINO STRUTTURALE E PROTEZIONE.

11.7.10 - Tolleranze di esecuzione

La Direzione Lavori procederà sistematicamente, sia in corso d'opera che a struttura ultimata, alla verifica delle

quote e delle dimensioni indicate nel progetto esecutivo.
Nelle opere finite, gli scostamenti ammissibili (tolleranze) "S" rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

- Fondazioni: plinti, platee, solettoni, ecc.:
  - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: S = ± 2,0cm
  - dimensioni in pianta: S = - 3,0 cm o + 5,0 cm
  - dimensioni in altezza (superiore): S = - 0,5 cm o + 2,0 cm
  - quota altimetrica estradosso: S = - 0,5 cm o + 2,0 cm
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri, ecc.:
  - posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto: S = ±2,0 cm
  - dimensione in pianta (anche per pila piena): S = - 0,5 cm o + 2,0 cm
  - spessore muri, pareti, pile cave o spalle: S = - 0,5 cm o + 2,0 cm
  - quota altimetrica sommità: S = ± 1-5 cm
  - verticalità per H ≤600 cm: S = ± 2-0 cm
  - verticalità per H > 600 cm: S = ± H/12
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
  - spessore: S = -0,5 cm o + 1,0 cm
  - quota altimetrica estradosso: S = ± 1,0 cm
- Vani, cassette, inserterie:
  - posizionamento e dimensione vani e cassette: S = ± 1,5 cm
  - posizionamenti inserti (piastre, boccole): S = ± 1,0 cm

NOTA In ogni caso, gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.
Per le tolleranze sopra riportate sono possibili variazioni qualora:

- nel progetto esecutivo siano stati indicati valori differenti per gli scostamenti ammessi;
- la Direzione dei Lavori, per motivate necessità, faccia esplicita richiesta di variazione dei valori.

11.8 - MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE

11.8.1 - 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:

- 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;
- 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.

11.8.2 - Criteri di misura

11.8.2.1 - Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, sia di fondazione che di elevazione, armati o semplici, normali o precompressi, saranno computati a volume, con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle presenti Norme Tecniche.
Le misurazioni di controllo, che saranno effettuate sul vivo (dedotti i vani o i materiali di diversa natura presenti nei suddetti conglomerati, dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli di cui all'Elenco Prezzi.
In ogni caso, non saranno dedotti:

- i volumi del ferro di armatura;
- i volumi dei cavi per la precompressione;
- i vani di volume minore o uguale a 0,20 m^3 ciascuno, intendendosi compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e disposte regolarmente

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.

11.8.2.2 - 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.

11.8.2.3 - Acciaio per c.a. e c.a.p.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi normali 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^3.
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^3.
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.

11.9 - NON CONFORMITÀ E PENALI

11.9.1 - Conglomerati cementizi

Il calcestruzzo con lavorabilità inferiore, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere:
- respinto (l'onere della nuova fornitura in tal caso resta in capo all'Impresa);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'Impresa.
Qualora dal controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera, non risultasse verificata la condizione $Rc_{k,\ STRUTT} \geq 85\%$ Rck si procederà, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base del valore caratteristico della resistenza strutturale rilevata sullo stesso ($R_{ck,\ STRUTT}$), secondo quanto prescritto al paragrafo § 11.2.5.3 delle NTC.
Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare, nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto.
NOTA Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori, il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica rilevata in opera.
Viceversa, nel caso in cui la resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, la Direzione dei Lavori valuterà come procedere in base alle seguenti ipotesi:
- consolidamento dell'opera o delle parti interessate da non conformità, se ritenuto tecnicamente possibile dalla D.L. sentito il progettista, con i tempi e i metodi che questa potrà stabilire anche su proposta dell'Impresa. Resta inteso che la decisione finale sarà in capo alla Direzione Lavori;
- demolizione e rifacimento dell'opera o delle parti interessate da non conformità.

Tutti gli oneri relativi agli accertamenti di cui sopra, compresi gli eventuali consolidamenti, demolizioni e ricostruzioni, restano in capo all'Impresa.
Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa nel caso in cui il valore caratteristico della resistenza strutturale dovesse risultare maggiore di quella indicata nei calcoli statici, nei disegni di progetto e nella tabella di cui al già citato 11.14.1 - - ALLEGATO 1: CONTROLLI SUL CEMENTO al presente Capitolato.
NOTA Si specifica, inoltre, che la conformità nei riguardi della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera; pertanto, qualora non fossero rispettate le richieste di durabilità, la Direzione Lavori potrà ordinare all'Impresa di mettere in atto tutti gli accorgimenti (ad esempio, il ricoprimento delle superfici con guaine, la protezione con vernici o agenti chimici nebulizzati, ecc.) che saranno ritenuti opportuni e sufficienti alla garanzia della vita nominale dell'opera prevista dal progetto.
Gli interventi risarcitori non dovranno comunque ridurre la prestazione attesa del progetto esecutivo e sono interamente a cura e spese dell'Appaltatore. I tempi per l'approvazione della proposta, la demolizione e ricostruzione dell'opera o parte di essa non determinano alcuna causa efficace al riconoscimento di proroghe o di presunto andamento anomalo dell'appalto.
Tutti gli oneri derivanti dagli interventi anzidetti saranno a carico dell'Impresa.
Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.
Nel caso di utilizzo di malte e calcestruzzi predosati e/o premiscelati marcati CE, la Direzione Lavori eseguirà dei controlli in corso d'opera e dei controlli finali in accordo a quanto previsto nel par. 11.5.3.3 - - Controllo in corso d'opera e controlli finali.
Qualora, dalle prove eseguite, risultassero valori di resistenza (compressione e/o flessione) inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle voci di prezzo previste in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista,

disporrà all'Esecutore a sua cura e spese una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento in accordo a quanto prescritto al paragrafo § 11.2.5.3 delle NTC.
Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il materiale verrà accettato, ma il valore della lavorazione verrà decurtato del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato, oltre che per tutti i prezzi e sovraprezzi con cui è stata compensata.
Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.
Qualora dalle prove di aderenza risultassero valori inferiori rispetto a quanto indicato nel par. 11.5.3.3 - - Controllo in corso d'opera e controlli finali l'impresa, sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla rimozione del prodotto su tutta l'area su cui insiste la prova di pull- off. Esempio: se si esegue una prova di pull-off per "enne" mq di superficie ripristinata, e tale prova risulta non conforme, verrà chiesta la demolizione degli "enne" mq corrispondenti.
Qualora si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risultasse inferiore al 20% dell'area totale degli interventi, su tali superfici (o volumi) verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi ed i sovraprezzi con i quali è stato compensato il lavoro non idoneo.
Se l'incidenza delle aree fessurata risultasse superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura ed alla protezione della superficie con sistemi protettivi filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.
Qualora sussistano contemporaneamente due o più difetti sulla stessa superficie l'impresa, sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.
Nel caso di sistemi protettivi, qualora dalle prove di aderenza eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti da specifica voce di elenco prezzi, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla rimozione e sostituzione dei materiali già posti in opera. Il DL potrà eseguire delle prove di natura speditiva (esempio: prova di quadrettatura - ISO 2409) per valutare l'effettiva estensione dell'area non conforme.
Lo spessore medio di applicazione non dovrà essere inferiore al 90% di quello di progetto; nel caso risulti un valore medio inferiore a quanto stabilito l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, ad integrare lo spessore mancante, mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione. Nessun compenso sarà riconosciuto per spessori superiori a quelli di progetto.

11.9.2 - Acciaio per c.a. e c.a.p.

Per le barre di acciaio zincato a caldo o a freddo che non soddisfano i requisiti minimi di cui alle UNI 10622, oppure una differenza di potenziale $\Delta V > 1$ Volt, misurata secondo ASTM G215, relativamente alla protezione anticorrosiva, la fornitura non verrà accetta.

11.10 - COLLAUDO

Il Collaudatore, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al collaudo delle opere in c.a. ed in c.a.p., allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali. Nel dettaglio, le attività di collaudo sono distinte nelle due tipologie di verifiche di seguito riportate, che devono essere attuate in sequenza:

- il Collaudo tecnico amministrativo, che consiste nella verifica puntuale della rispondenza tra opere realizzate ed opere progettate, con particolare riferimento alle caratteristiche geometriche e dimensionali delle opere, alle caratteristiche strutturali, oltre che della rispondenza dei valori indicati nei Rapporti di Prova e nella Marcatura CE specificati nel progetto;
- il Collaudo statico secondo quanto riportato nelle NTC;

11.11 - MANUTENZIONE

11.11.1 - Contenuti ed articolazione del Piano di Manutenzione

Il Piano di Manutenzione è costituito dai seguenti documenti operativi:

- Manuale d'uso, che riporta i metodi di ispezione da utilizzare allo scopo di individuare i possibili guasti che possono influenzare la durabilità del bene, la cui risoluzione consente di garantire l'allungamento della vita utile del sistema antirumore ed il mantenimento del valore patrimoniale dello stesso;
- Manuale di manutenzione, che costituisce lo strumento in grado di gestire un contratto di manutenzione ordinaria e l'eventuale ricorso ai centri di assistenza o di servizio;
- Programma di manutenzione, che definisce e programma gli interventi necessari a garantire la funzionalità, la durabilità ed il corretto esercizio del manufatto, nonché la frequenza, gli oneri e le strategie di attuazione degli interventi da realizzare nel medio e nel lungo periodo; in particolare, tale programma deve essere definito in funzione delle prestazioni attese (per classe di requisito), dei controlli da eseguire nei successivi momenti del ciclo di vita dell'opera (dinamica delle prestazioni), oltre che dell'organizzazione temporale degli

interventi di manutenzione da realizzare.
Si ritiene comunque opportuno evidenziare come, già nelle fasi di esecuzione delle scelte progettuali e costruttive, si dovrà tener conto dell'esigenza di minimizzare la necessità di prevedere interventi di manutenzione sulle opere realizzate.

11.12 - RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC) di cui al D.M. 17 gennaio 2018, emanate in applicazione all'art. 52 del DPR n° 380 del 06/06/2001.
I lavori e le verifiche saranno eseguiti in accordo alle disposizioni di legge, alle istruzioni ed alle normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento.
In ogni caso, viene considerata valida l'edizione della norma vigente al momento del ritiro dei documenti di gara, nonché gli eventuali aggiornamenti sopravvenuti successivamente, purché concordati tra le parti.
Gli elaborati di progetto dovranno indicare tutte le tipologie di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 6 giugno 2001 "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001);
- D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni" (S.O. n. 8 alla G.U. 20 febbraio 2018 n.42) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale;
- Circolare esplicativa al D.M. 17 gennaio 2018, n. 7 del 21 gennaio 2019 (S.O. n.5 alla G.U. 11 febbraio 2019 n.35)
- Decreto Ministeriale 31 luglio 2012, che riporta la "Approvazione delle appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici"
- Norma UNI EN 1990 "Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale"
- Norma UNI EN 1991 "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture" Parti 1-2-3-4-5-6-7
- Norma UNI EN 1992 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo"
- Norma UNI EN 1994 "Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo"
- Norma UNI EN 1997 "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica" Parti 1-2
- Norma UNI EN 1998-5 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica"
- UNI EN ISO 1461
- UNI EN ISO 9001
- UNI EN ISO 14001
- UNI EN 196-7
- UNI EN 197-1
- UNI EN 206
- UNI EN 445
- UNI EN 446
- UNI EN 450
- UNI EN 447
- UNI EN 480
- UNI EN 933
- UNI EN 934
- UNI EN 1008
- UNI EN 1504
- UNI EN 1097
- UNI EN 1179
- UNI EN 1766
- UNI EN 10204
- UNI EN 12620
- UNI EN 12350
- UNI EN 12390
- UNI EN 12504
- UNI EN 13055
- UNI EN 13263
- UNI EN 13670
- UNI EN 13295
- UNI EN 13263
- UNI EN 13395
- UNI EN 14487
- UNI EN 14488

- UN EN 14629
- UNI EN 14651
- UNI EN 14721
- UNI EN 14889
- UNI EN 15167
- UNI CEI EN ISO/17021-1
- UNI EN ISO 2808
- UNI CEN/TS 14754
- UNI EN 12390-13
- UNI 7122
- UNI 7123
- UNI 8146
- UNI 8147
- UNI 8148
- UNI 8520
- UNI 8866 (ritirata senza sostituzione)
- UNI PLAST 4285 (ritirata senza sostituzione)
- UNI 9606
- UNI EN 11039
- UNI 11104
- UNI 11146
- UNI 11201
- UNI EN 12390-16
- UNI 11417-1
- UNI 11417-2
- UNI 11620
- ASTM C1609
- ASTM D 1212
- ASTM D 4414
- BS 1881
- CNR-DT 204/2006 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo Fibro-rinforzato
- "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Settembre 2017)

11.13 - APPENDICE

11.13.1 - Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

11.13.1.1 - Cemento

11.13.1.1.1 - Considerazioni generali

Il cemento deve essere scelto tra quelli considerati più idonei, tenendo in considerazione:
- le condizioni stagionatura influenti sui tempi di presa ed indurimento;
- le dimensioni della struttura ed i relativi gradienti termici derivanti dallo sviluppo di calore di idratazione;
- l'esposizione agli specifici agenti aggressivi;
- la potenziale reattività degli aggregati nel cemento

In particolare, qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH, contemplati dalla norma UNI EN 197-1.
Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 o della norma UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati, in accordo con la UNI EN 197-1 § 6.2.
In caso la classe di esposizione XA sia dovuta al contatto del conglomerato con acque dilavanti, è consigliabile l'impiego di cementi resistenti al dilavamento secondo UNI 9606.
In caso di esposizione dell'opera ai cloruri con le solette da ponte, è raccomandabile l'impiego di cementi pozzolanici o d'altoforno, come specificato anche nella UNI 11417-1.

Nel caso di possibile rischio di reazione alcali-aggregati, è raccomandabile l'impiego di cementi con contenuto di alcali ridotto e/o di tipo pozzolanico, conformemente a quanto indicato nella UNI 11417-2.
La temperatura del cemento al momento del confezionamento del calcestruzzo non dovrà superare il valore di 55°C.

11.13.1.1.2 - Controlli sul cemento

Controllo della documentazione
In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo, è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al par.11.13.1.1.1 - - Considerazioni generali
Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche del cemento.
Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai Documenti di Trasporto dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.
La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato; in particolare, la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto per la realizzazione dei calcestruzzi.
Controllo di accettazione
La Direzione dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere; in particolare, nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato (di cui al par. 11.6.1 - - Controllo delle certificazioni per materie prime e prodotti).
Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna, in conformità alla norma UNI EN 196-7. L'Impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; il campionamento sarà effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.
Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato.
Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla Direzione dei Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove. Nel caso di specifici requisiti composizionali, potrà essere richiesta la verifica di alcuni parametri, quali ad esempio il contenuto di alcali, il calore d'idratazione, il contenuto di C3A.

11.13.1.2 - Aggiunte minerali

11.13.1.2.1 - Considerazioni generali

Le aggiunte di tipo I (praticamente inerti), sia di origine naturale che artificiale, dovranno essere conformi ai requisiti previsti nella UNI EN 12620 per i filler.
Per le aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente), si farà riferimento alla UNI 11104 § 5.2 ed alla UNI EN 206 § 5.1.6 e § 5.2.5.
La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele di cui al par. 11.6 - - ACCETTAZIONE E CONTROLLI e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione dei Lavori ne faccia richiesta.
Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali delle aggiunte.
Le aggiunte di tipo II indicate nella UNI EN 206 § 5.1.6 possono essere prese in conto nella composizione del calcestruzzo introducendo il coefficiente k, definito al § 5.2.5.1 della UNI-EN 206.
Utilizzando un adeguato valore del coefficiente k, funzione del tipo di aggiunta e del tipo di cemento con il quale essa viene combinata, nella valutazione del rispetto dei limiti composizionali contenuti nel Prospetto
F.1 della UNI EN 206 e nel prospetto 4 della UNI 11104, sarà possibile:

- sostituire il rapporto "a/c" del calcestruzzo con il rapporto "a/(c + k × aggiunta)";
- sostituire il dosaggio di cemento del calcestruzzo "c" con la quantità "c + k × aggiunta"

11.13.1.2.2 - Ceneri volanti

Le ceneri volanti (cv) provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi ai requisiti della UNI EN 450/1,2 sintetizzati nella tabella riportata nel par. 11.14.2 - - ALLEGATO 2: CONTROLLI SULLE CENERI VOLANTI e provviste di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi

alla UNI EN 12620, possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.
Nel prospetto 3 della UNI 11104 sono riportati i valori del coefficiente k per le ceneri volanti, distinti in funzione del tipo di cemento.
Nel caso vengano impiegate ceneri di classe B o C, con tenore di incombusto > 5%, particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica della costanza dei risultati nel raggiungimento della lavorabilità, delle prestazioni meccaniche, del contenuto di aria inglobata e, ove richiesto, anche di aspetti estetici legati alla risalita dell'incombusto in superficie.

11.13.1.2.3 - Fumo di silice

Il fumo di silice (fs) proveniente dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, al fine dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunta di tipo II, deve essere conforme ai requisiti della UNI EN 13263 parti 1 e 2 per fumi di silice di classe 1, sintetizzati nella tabella riportata nel par. 11.14.3 - - ALLEGATO 3: CONTROLLI SUL FUMO DI SILICE e provvisto di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.
Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), addensato in particelle di maggiori dimensioni, o come sospensione liquida (c.d. "slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa, oppure in sacchi di premiscelato contenente fumo di silice ed additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry, il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.
Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente e del dosaggio di cemento equivalente, il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente, che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi, impiegando esclusivamente cementi tipo I e CEM II-A di classe 42, 5N e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto ≤ 0,45 k = 2,0
- per un rapporto acqua/cemento prescritto > 0,45 k = 2,0 (eccetto k = 1,0 in presenza delle classi di esposizione XC e XF)

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopra menzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione dei Lavori.
Valgono le seguenti limitazioni:

- la quantità (cemento + k × fs) non deve essere inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto per la specifica classe di esposizione;
- il dosaggio minimo di cemento non deve essere diminuito più di 30 kg/m^3 per calcestruzzi in classi di esposizione per le quali il dosaggio minimo di cemento è ≤300 kg/m^3;
- il rapporto a/(c + k × fs) non deve essere inferiore al valore massimo del rapporto a/c richiesto per la specifica classe di esposizione;
- la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del calcolo della quantità (c + k × fs) e del rapporto a/(c + k × fs) deve soddisfare il requisito: fs/c ≤ 0.11

11.13.1.2.4 - Loppa d'altoforno macinata

La loppa d'altoforno macinata (ggbs), ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunta di tipo II, deve essere conforme ai requisiti della UNI EN 15167 parti 1 e 2 sintetizzati nella tabella riportata nel par. 11.14.4 - - ALLEGATO 4: CONTROLLI SU LOPPA D'ALTOFORNO GRANULATA MACINATA e provvista di marcatura CE, in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.
Per la loppa d'altoforno macinata conformi alla UNI EN 15167, impiegata in combinazione con cementi tipo CEM I e CEM II/A conformi alla UNI EN 197-1, si potrà assumere un valore di k = 0,60 come indicato nel prospetto 3 della UNI 11104.
La quantità massima di loppa d'altoforno macinata che può essere considerata agli effetti del calcolo della quantità (c + k × ggbs) e del rapporto a/(c + k × ggbs) deve soddisfare il requisito:

- ggbs/c ≤ 1 (Rapporto in massa aggiunta/cemento)

11.13.1.2.5 - Altri tipi di aggiunta minerale ad attività pozzolanica

Altri tipi di aggiunte minerali ad attività pozzolanica, diversi da quelli sopra menzionati, possono essere impiegati se in possesso di specifico Benestare Tecnico Europeo o di Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego in ambito nazionale rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
In assenza di tali certificazioni, questi tipi di aggiunta potranno essere considerati solo come aggiunte di tipo I con relativo obbligo di conformità ai requisiti previsti nella UNI EN 12620 per i filler.

11.13.1.3 - Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere marcatura CE secondo il Decreto Legislativo n. 106 de 16 giugno 2017. Copia della documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa. In assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.
L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori ad ogni eventuale cambiamento di cava.
Gli aggregati saranno conformi ai requisiti delle norme UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo (§ 4.8 della UNI 8520-2) sintetizzati nella tabella riportata nel par. A11.14.5 - - ALLEGATO 5: CONTROLLI SUGLI AGGREGATI PER CALCESTRUZZO.
La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2.300 kg/m^3. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché sia dimostrato, mediante adeguato studio sui calcestruzzi da confezionare, che vengano rispettate le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2.300 kg/m^3.
Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore di C(50/60) dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2.600 kg/m3.
È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo anch'essi con obbligo di marcatura CE, nel rispetto delle limitazioni imposte dal § 11.2.9.2 delle NTC, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito (si veda nota del succitato 11.14.5 - - ALLEGATO 5: CONTROLLI SUGLI AGGREGATI PER CALCESTRUZZO).
Per diametri massimi fino a 12mm, è consentita la combinazione di sole due classi granulometriche. Oltre tale limite, dovrà essere invece prevista la combinazione di almeno 3 classi.

11.13.1.4 - Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008, secondo quanto sintetizzato nella tabella riportata nel par. 11.14.6 - - ALLEGATO 6: CONTROLLI SU ACQUA D'IMPASTO PER CALCESTRUZZO.

11.13.1.5 - Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono (riduttori d'acqua/ fluidificanti, riduttori d'acqua ad alta efficacia/superfluidificanti, ritardanti, acceleranti, aeranti, modificatori di viscosità, ecc.), ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4 e 5).
I prodotti filmogeni antievaporanti dovranno essere conformi alla norma UNI CEN/TS 14754-1.
Il loro utilizzo deve anche prevedere la verifica che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio, con primer di adesione). In caso contrario, prima di eseguire il successivo getto, si deve procedere a ravvivare la superficie.
Per altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma armonizzata, si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.
Ad esempio, nel caso di impiego di additivi riduttori di ritiro (SRA) non rientranti nella UNI EN 934, dovrà essere verificata l'entità di riduzione di ritiro igrometrico secondo UNI EN 12390-16, ai dosaggi di impiego previsti, rispetto ad un calcestruzzo di pari composizione, privo dell'additivo.
È onere dell'Impresa verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche, fisiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, è opportuno che vi sia un impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia, per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità delle opere.
La percentuale d'acqua contenuta negli additivi dovrà essere computata nel calcolo del rapporto acqua- cemento, qualora il dosaggio degli additivi superi i 3 litri /m3.
Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto; in ogni caso, dovrà essere evitata qualsiasi soluzione di continuità degli elementi strutturali (vedi par. 11.7.3.5 - - Riprese di getto).
Nel periodo invernale, al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5 °C, oltre che agli additivi superfluidificanti, si farà ricorso all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri (vedi par. 11.7.3.3 - - Posa in opera in climi freddi).
Per le strutture sottoposte all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come

prescritto dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104. Particolare attenzione andrà posta, in questo caso, alla stabilità dell'aria sviluppata nella miscelazione durante il trasporto e nel caso di impiego di ceneri volanti. La percentuale di aria inglobata andrà comunque verificata al momento del getto, mediante misura sia della massa volumica allo stato fresco, secondo UNI EN 12350/6, sia del volume di aria inglobata, secondo UNI EN 12350/7.
Nel caso di impiego di calcestruzzi auto compattanti (SCC), potrà essere previsto l'impiego di modificatori della viscosità conformi alla UNI EN 934-2 e caratterizzati secondo la UNI EN 480-15.
Tutte le forniture degli additivi dovranno essere accompagnate dall'attestato di conformità CE o, in assenza di norma armonizzata con obbligo di marcatura CE, da altra certificazione del produttore secondo le norme volontarie in vigore e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali dei prodotti.
La Direzione Lavori, oltre a verificare suddetta documentazione, in fase di accettazione potrà richiedere la verifica di alcune caratteristiche come indicato nella tabella riportata nel par. 11.14.7 - - ALLEGATO 7: CONTROLLI SU ADDITIVI ED AGENTI ESPANSIVI.

11.13.1.6 - Agenti espansivi non metallici

Per il confezionamento di calcestruzzi a ritiro compensato (vedi par. 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali) si potrà fare uso di agenti espansivi non metallici, per lo più a base di ossido di calcio, conformi alla UNI 8146, come sintetizzato nella tabella riportata nel succitato Allegato 7 (par.0); in particolare:

- i tempi di inizio e fine presa misurati secondo UNI 7123 del calcestruzzo contenente l'agente espansivo non devono variare di più di ±30min rispetto a quelli del calcestruzzo non additivato di pari classe di consistenza;
- le resistenza a compressione a 28 giorni, misurata secondo UNI EN 12390/3 sul calcestruzzo contenente l'agente espansivo, non deve risultare inferiore a quella del calcestruzzo non additivato di pari classe di consistenza;
- l'espansione contrastata secondo UNI 8148:
  - con metodo A (a 20°C in acqua satura di calce) dovrà essere a 7 giorni > 200 µm/m; a 28 giorni non inferiore di quella registrata a 7 giorni;
  - con metodo B (a 20°C nei primi 2 gg a UR >95% e con protezione di pellicola plastica, poi all'aria con UR 55+5%), la norma non prevede dei limiti, che andranno concordati con il produttore (si vedano par. 11.13.3.11.6 - - Espansione contrastata e par. 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali).

La fornitura degli espansivi dovrà essere accompagnata da una certificazione del produttore, che attesti la conformità del prodotto ai requisiti sopraelencati e dalla scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali dei prodotti.
La Direzione Lavori, oltre a verificare suddetta documentazione, in fase di accettazione potrà richiedere la verifica di alcune caratteristiche come indicato nella tabella di cui al par. 11.14.7 - - ALLEGATO 7: CONTROLLI SU ADDITIVI ED AGENTI ESPANSIVI.

11.13.2 - Fibre

11.13.2.1 - Fibre per uso strutturale

Articoli di Elenco Prezzi correlati, in linea indicativa e non esaustiva:

- Fibre per uso strutturale per opere all'aperto:
  - B.05.018 FIBRE POLIMERICHE
  - B.05.019 FIBRE IN ACCIAIO PER ARMATURA DI CALCESTRUZZO
- Fibre per uso strutturale per opere in sotterraneo:
  - C.02.012 FIBRE IN ACCIAIO PER ARMATURA DI CALCESTRUZZO IN GALLERIA

11.13.2.1.1 - Caratteristiche tecniche

Per il confezionamento di calcestruzzi fibro-rinforzati o di calcestruzzi proiettati si potranno impiegare le seguenti fibre per uso strutturale:

- metalliche conformi alla UNI EN 14889-1;
- polimeriche conformi alla UNI EN 14889-2.

Le fibre metalliche in acciaio presentano un elevato rapporto d'aspetto (definito come il rapporto tra la lunghezza della fibra e il suo diametro equivalente) e per migliorare ulteriormente l'ancoraggio delle fibre al calcestruzzo, le estremità spesso vengono sagomate.
Le fibre polimeriche in polipropilene ad alto modulo elastico oltre a contrastare il fenomeno fessurativo della matrice cementizia garantiscono un aumento della resistenza a trazione del calcestruzzo. Possono avere diverse forme, oltre a quella semplicemente rettilinea
Le fibre per uso strutturale comunemente impiegate nei materiali cementizi, hanno una lunghezza variabile tra 1 e 80 mm e un rapporto d'aspetto compreso tra 50 e 400.

Il dosaggio minimo delle fibre per uso strutturale deve essere ≥ allo 0,3% in volume. I dosaggi normalmente impiegati per le fibre in acciaio variano da 25 a 60 kg/m3 cui corrispondono percentuali volumetriche comprese tra 0,30% e 0,75%.
Relativamente alle fibre metalliche e polimeriche la Direzione Lavori, oltre a verificare la presenza dell'attestato di conformità CE e della scheda tecnica indicante le caratteristiche chimico-fisiche e prestazionali dei prodotti - in fase di accettazione - potrà richiedere la verifica di alcune caratteristiche, come indicato nella tabella di cui al succitato 11.14.8 - - ALLEGATO 8: CONTROLLI SULLE FIBRE, oltre che come riportato anche al par. 11.2.2.1 - - Calcestruzzi speciali per i calcestruzzi fibro-rinforzati.

11.13.3 - Caratteristiche dei conglomerati cementizi

11.13.3.1 - Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo, oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate, dovranno appartenere a non meno di tre classi granulometriche diverse.
La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire la massima densità dell'impasto, garantendo i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai punti seguenti.
La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, il pompaggio), quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.
La dimensione nominale massima dell'aggregato (DMAX) è funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi
d'opera. Essa sarà definita dalle prescrizioni di progetto per ciascuna tipologia di calcestruzzo (vedi Errore: sorgente del riferimento non trovata riportata nel par. 11.2.2 - - Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita).
In assenza di altro specifico riferimento, si considerino le seguenti limitazioni:

- DMAX < copriferro
- DMAX < interferro minimo – 5 mm
- DMAX < ¼ della sezione minima della struttura

11.13.3.2 - Lavorabilità

La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206 (Regole complementari per il calcestruzzo autocompattante), dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m3 di calcestruzzo, ovvero a 1/5 dello scarico, e sarà effettuata mediante differenti metodologie.
In particolare, la lavorabilità del calcestruzzo dovrà essere definita mediante:

- tempo di vibrazione Vebè (UNI EN 12350-3), in caso di calcestruzzi a consistenza asciutta soprattutto se con comportamento tixotropico;
- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2), che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 230 mm;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 230 mm; la ripetizione della misura di spandimento dopo 60' dal confezionamento potrà essere indicata per il controllo della segregazione della miscela;
- per i calcestruzzi autocompattanti (SCC), la misura dello spandimento (slump-flow) e del tempo di spandimento (UNI-EN 12350-8) e della segregazione mediante setacciatura (UNI EN 12350-11). In relazione alla severità delle condizioni di getto (funzione ad esempio della densità delle armature, della geometria della struttura, della distanza di scorrimento), una eventuale caratterizzazione reologica più completa potrà essere richiesta secondo le procedure delle UNI-EN 12350 - 9, 10 e 12

I limiti e le tolleranze per le varie classi di consistenza sono quelli definiti nel par. 4.2.1 della UNI EN 206.
Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore della lavorabilità dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

11.13.3.3 - Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace aeff da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (a_{aggr}): quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (cioè del tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);
- (a_{add}): aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m^3) o le

aggiunte minerali in forma di slurry;
- (a_m): aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/autobetoniera;

ottenendo la formula:

$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add}$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente, individuato dall'espressione più generale:

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di tipo II (vedi par. 11.13.1.2 - - Aggiunte minerali) all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati nell'espressione precedente sono:

- c: dosaggio di cemento per m^3 di impasto;
- agg.II: dosaggio dell'aggiunta minerale di tipo II (ceneri volanti, fumo di silice, loppa d'altoforno o altra sottoposta a benestare tecnico europeo) per m3 di impasto;
- KII: coefficiente di equivalenza della aggiunta minerale di tipo II desunti dalle norme UNI-EN 206 ed UNI 11104 (vedi par. 11.13.1.2.2 - - Ceneri volanti, par. 11.13.1.2.3 - - Fumo di silice e par. 11.13.1.2.4 - - Loppa d'altoforno macinata), ovvero da uno specifico benestare tecnico europeo

L'attuale panorama normativo non consente di valutare uno o più coefficienti KII da utilizzare nel caso di uso combinato di più aggiunte minerali di tipo II. In tal caso, sarà pertanto possibile considerare, ai fini del calcolo del rapporto $(a/c)_{eq}$ soltanto una delle aggiunte utilizzate.

La stessa limitazione vale anche per la definizione del dosaggio complessivo di legante, ai fini del confronto con il valore di c_{min} prescritto nel prospetto F.1 della UNI EN 206 e nel prospetto 5 della UNI 11104.

Le modalità per la verifica del rapporto acqua-cemento in corso d'opera si articolano in tre fasi:

- in fase di carico della miscela all'impianto di betonaggio, attraverso il controllo della taratura delle sonde di lettura dell'umidità degli aggregati mediante essiccatura diretta degli stessi prima del carico e della verifica dei dosaggi effettivi e della resa dei vari componenti risultanti dai tabulati di carico tenendo conto dell'umidità degli aggregati, del loro assorbimento d'acqua e della misura diretta della massa volumica a fresco;
- in cantiere o all'impianto di betonaggio, attraverso la misura della densità di un campione di calcestruzzo e della sua essiccazione secondo la procedura UNI 11201. Secondo questo metodo di misura l'acqua efficace viene calcolata sottraendo a quella totale direttamente misurata la quantità di acqua assorbita dagli aggregati desunta dalle percentuali calcolate nella resa delle pesate dell'impianto. Anche il rapporto acqua- cemento viene calcolato sulla base del dosaggio di cemento risultante dalla resa volumetrica del calcestruzzo campionato rilevata nella prima fase di verifica;
- in fase di controllo di accettazione della resistenza caratteristica, verificando che il valore della resistenza media corrisponda al valore ottenuto durante la fase di qualifica della miscela e che il valore caratteristico, calcolato secondo il tipo di controllo di accettazione prescelto (vedi par. 11.6.2.1 - - Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi), sia comunque superiore al valore minimo prescritto

Il valore del rapporto a/c registrato nelle prove di prequalifica con tutte le tre fasi di verifica non deve discostarsi di ± 0.02 da quello nominale.

Nelle fasi qualifica e di accettazione in cantiere, il rapporto a/c non deve discostarsi di ± 0.03 da quello verificato in fase di prequalifica della miscela.

11.13.3.4 - Massa volumica

La misura della massa volumica a fresco dovrà essere misurata secondo UNI EN 12350-6.

I valori rilevati in qualifica non si dovranno discostare di più del 3% da quelli nominali definiti nel dossier di prequalifica.

La massa volumica allo stato indurito dovrà essere misurata secondo UNI EN 12390-7.

Secondo quanto definito al § 5.5.2 della UNI EN 206, per i calcestruzzi di massa volumica ordinaria (non leggeri o pesanti), la massa volumica a secco dovrà essere sarà compresa tra 2.000 kg/m^3 e 2.600 kg/m^3.

Nelle varie fasi di controllo, la massa volumica dovrà essere misurata su tutti i provini stagionati UR>95% o in acqua sottoposti alle prove meccaniche di cui ai punti successivi.

Il valore rilevato non si dovrà discostare di oltre +50 kg/mc rispetto a valore nominale a fresco definito nel dossier di prequalifica.

11.13.3.5 - Contenuto di aria

Qualora sia prevista una classe di esposizione ambientale di tipo XF (strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti) e, quindi, sarà impiegato un additivo aerante, contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato, dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo, in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro.

Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta (espresso in percentuale) dovrà essere conforme a quanto prescritto nella succitata Errore: sorgente del riferimento non trovata riportata nel par. 11.2.2 - - Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita, tenendo conto del diametro massimo dell'aggregato (D_{max}) e delle tolleranze ammesse ivi riportate.
Particolare attenzione dovrà essere prestata alla stabilità dello sviluppo dell'aria durante il tempo di trasporto ed alla eventuale riduzione della stessa, con necessità di incrementare il dosaggio di additivo aerante in caso di utilizzo di cenere volante da carbone.

11.13.3.6 - Acqua di bleeding

L'essudazione di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1%, in conformità alla norma UNI 7122, ovvero alla UNI EN 480/4.

11.13.3.7 - Misura della temperatura del calcestruzzo al getto

La temperatura dell'aria e del calcestruzzo, al momento del getto, dovranno essere verificate con l'approssimazione di almeno 1°C e dovranno essere rispettare i limiti specificati nei par. 11.7.3.3 - - Posa in opera in climi freddi e par. 11.7.3.4 - - Posa in opera in climi caldi.

11.13.3.8 - Contenuto di cloruri nel calcestruzzo

Il contenuto di cloruri nel calcestruzzo, espresso come percentuale sul dosaggio del cemento, dovrà essere verificato sulla base della ricetta nominale e qualificata come sommatoria dei contributi derivanti dai singoli componenti (§ 5.2.8 UNI EN 206).
Il totale dovrà essere conforme ai limiti definiti nel prospetto 15 della UNI EN 206.

11.13.3.9 - Grado di compattazione

Il grado di compattazione gc è il rapporto tra la massa volumica misurata secondo UNI EN 12390/7 su un campione estratto dalla struttura e quello misurato sul provino confezionato conformemente alla UNI 12390/1.
Dovrà essere garantito un gc > 0,97 riferito a campioni di calcestruzzo saturi a superficie asciutta.

11.13.3.10 - Tempo di presa

Qualora richiesto, i tempi di inizio e fine presa verranno valutati su calcestruzzo vagliato a 5 mm con apparecchio proctor, secondo la UNI 7123.
I limiti di accettazione saranno definiti in base alle esigenze di scassero e/o di lavorazioni dello specifico progetto.

11.13.3.11 - Ulteriori prove per le miscele di calcestruzzi

Di seguito sono indicate ulteriori prove per le miscele di calcestruzzo, relative a requisiti aggiuntivi eventualmente richiesti da progetto e da verificare durante la fase di qualifica.
Le prove raccomandabili in relazione alle varie tipologie strutturali previste nella già citata Errore: sorgente del riferimento non trovata sono riportate nella Errore: sorgente del riferimento non trovata di cui al par. 11.2.2 - - Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita.

11.13.3.11.1 - Resistenza a trazione indiretta

La misura della resistenza a trazione indiretta su calcestruzzo verrà eseguita secondo UNI EN 12390/6, su una coppia di provini cilindrici 15×30 cm confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390/1,2.

11.13.3.11.2 - Resistenza a flessione

La misura della resistenza a flessione su calcestruzzo verrà eseguita secondo UNI EN 12390-5, su una coppia di provini prismatici 15×15×60cm confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390-1-2.
In caso di calcestruzzi fibro-rinforzati (vedi par. 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali), la prova andrà eseguita anche su una coppia di travi intagliate in mezzeria, secondo la procedura UNI 11039 o UNI EN 14651, con relativo calcolo degli indici di duttilità.

11.13.3.11.3 - Modulo elastico statico e dinamico

Le misure del modulo elastico vengono eseguite a su provini confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390/1,2, fino alla stagionatura oggetto di verifica secondo le indicazioni di progetto.
La misura del modulo elastico statico (Es) su calcestruzzo verrà eseguita secondo la UNI EN 12390-13, utilizzando

una terna di provini cilindrici 15×30 cm per la misura della resistenza a compressione e altri tre per la misura del modulo elastico attraverso tre cicli di carico e successiva rottura.
La misura del modulo elastico dinamico (Ed) è invece effettuata misurando la velocità delle onde ultrasoniche (v) secondo UNI EN 12504/4, mentre la massa volumica (M_v) sul calcestruzzo indurito secondo UNI EN 12390/7 e utilizzando la seguente correlazione:
Ed = v2 × Mv × 0,83
Di norma, la prova viene eseguita sugli stessi provini del modulo elastico statico come controllo preliminare e per verificare la correlazione E_s/E_d, generalmente compresa tra 0,65 e 0,85, in funzione della classe di resistenza a compressione del calcestruzzo.

11.13.3.11.4 - Deformazione viscosa

La misura della deformazione viscosa o creep su provini confezionati e stagionati secondo UNI EN 12390/1,2 fino a 28 giorni (a meno di altra specifica indicazione).
La prova viene eseguita secondo ASTM C1609, su una coppia di provini cilindrici 15×30 cm per la misura della resistenza a compressione, un'altra coppia per la misura della deformazione viscosa e due per il ritiro igrometrico nello stesso ambiente di prova della deformazione viscosa (necessari per il successivo calcolo della creep puro).

11.13.3.11.5 - Ritiro idraulico libero

Il ritiro igrometrico uniassiale per calcestruzzi con diametro massimo fino a 30 mm viene misurato secondo la procedura UNI EN 12390-16, su una terna di provini prismatici conformi alla UNI EN 12390/1, di lunghezza inferiore a 600 mm (di norma 10×10×50 cm) in condizioni standard di 20°C e UR 50+5%. Differenti tipi di stagionatura potranno essere richiesti per simulare le reali condizioni di esposizione della struttura.
A livello composizionale, la riduzione del ritiro può essere ottenuta sia agendo sui parametri rapporto acqua- cemento e rapporto aggregato-cemento, sia mediante uso di agenti antiritiro ed espansivi.
Il ritiro idraulico nelle reali condizioni dovrà essere valutato utilizzando varie formule disponibili in letteratura considerando, oltre al tipo di calcestruzzo caratterizzato dal ritiro standard misurato come sopra indicato, anche la condizione ambientale di getto e di prima stagionatura, la dimensione e la geometria dell'elemento.
I limiti di accettabilità andranno quindi definiti in base alle specifiche esigenze di progetto ed alle reali condizioni costruttive.

11.13.3.11.6 - Espansione contrastata

L'espansione contrastata su calcestruzzi a ritiro compensato (vedi par 11.6.2.1.3 - - Qualifica dei calcestruzzi speciali e par. 11.6.3.1.3 - - Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali) andrà misurata secondo UNI 8148, metodo B (a 20°C nei primi 2 giorni a UR > 95% e con protezione di pellicola plastica, poi all'aria con UR 55+5%). Con questo metodo, la norma non prevede dei limiti, che andranno definiti in base alle specifiche esigenze di progetto.
In funzione del sistema espansivo adottato (ad es. a base ossido di calcio o solfo alluminato tetra calcico), il dosaggio di prodotto e l'espansione a breve termine andranno verificate in modo da garantire un'espansione residua a 90gg ≥ 0 µm/m.

11.13.3.11.7 - Profondità di penetrazione all'acqua

La profondità di penetrazione all'acqua viene misurata secondo la UNI EN 12390-8, su provini stagionati in acqua per 28 giorni.
Il valore massimo della profondità di penetrazione all'acqua deve essere ≤ a 50 mm ed il valore medio ≤ 20 mm secondo le indicazioni della CNR-DT 204/2006.

11.13.3.11.8 - Gradiente e ritiro termico

Nel caso di calcestruzzi massivi o, comunque, in tutti i casi si ipotizzino condizioni di elevato gradiente termico (ad esempio, nel caso di getto in clima molto freddo, anche per strutture non propriamente massive), dovrà essere eseguito un controllo termico in grado di rilevare i seguenti parametri:

- misura della temperatura di picco raggiunta nel nucleo del getto (T_{max} cls);
- misura della differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura (δT_{1max});
- misura della differenza tra la massima temperatura registrata con la sonda posizionata all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero e la temperatura ambiente (δT_{2max});
- misura differenza tra la temperatura del nucleo e la massima temperatura all'estradosso della gabbia di armatura o, in assenza di armatura, a 3 cm dal cassero (δT_{3max}).

L'Impresa dovrà definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, modalità e tempi di casseratura in modo

che, fino alla rimozione dei casseri, siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- T_{max} ≤ 65°C
- δT_{1max} < 50°C
- δT_{2max} ≤ 20°C
- δT_{3max} ≤ 20°C

Eventuali deroghe ai valori di δT_{2max} e δT_{3max}, fino ad un massimo di 30°C, potranno essere concesse, previa verifica dell'assenza di fessurazione mediante appositi getti di prova in scala reale.
La determinazione di T_{max} e dei vari gradienti deve essere effettuata con i seguenti controlli:

- in fase di prequalifica in laboratorio mediante una prova adiabatica o semiadiabatica da concordare con la Provincia di Savona e/o con la Direzione Lavori su un campione di calcestruzzo tale da poter essere ritenuto rappresentativo per la singola opera in oggetto;
- in sito, in condizioni ambientali più prossime a quelle di prevista fase di getto, mediante la realizzazione di un prototipo da concordare con la Provincia di Savona e/o con la Direzione Lavori, opportunamente dimensionato e strumentato con termocoppie annegate nel calcestruzzo e posizionate nei punti sopradescritti.

Per la scelta del cemento più idoneo e l'ottimizzazione del suo dosaggio secondo quanto di seguito riportato nel succitato par. 11.2.2.1 - - Calcestruzzi speciali, a parità di rapporto a/c, si dovrà procedere in fase di qualifica ad una prova di confronto in calcestruzzo, utilizzando diversi tipi di cementi ed eventuali aggiunte minerali di tipo II (es. cenere volante, loppa d'altoforno), con calore di idratazione trascurabile.
Per quanto riguarda le precauzioni relative ai tipi di casserature ed ai tempi di scassero da adottare per minimizzare i gradienti termici δT2max e δT3max, si rimanda al par. 11.2.2.1 - - Calcestruzzi speciali.

11.13.4 - Specificazione dei calcestruzzi proiettati

I calcestruzzi proiettati dovranno essere specificati come conglomerati a prestazione garantita, con riferimento alla classificazione riportata al par. 11.2.2.1 - - Calcestruzzi speciali ed ai requisiti indicati al § 5 della UNI EN 14487-1.
In ogni caso, dovranno essere prescritti i seguenti parametri:

- classe di consistenza (se si impiega il processo per via umida);
- classe di resistenza;
- classe di esposizione ambientale;
- dimensione massima dell'aggregato;
- classe di contenuto di cloruri;
- resistenza residua e/o capacità di assorbimento di energia (per calcestruzzi fibrorinforzati);
- categoria di ispezione (UNI EN 14487-1, §7.2).

La categoria di ispezione, in una scala da 1 a 3, definisce il tipo e la frequenza dei controlli che devono essere eseguiti in corso di applicazione del calcestruzzo proiettato.
La scelta della categoria di ispezione deve essere fatta dal progettista, in funzione del tipo e dell'importanza dell'opera, della vita di servizio richiesta e del grado di rischio connesso.
In ogni caso, dovranno essere specificate almeno le categorie di ispezione riportate nella seguente Tabella 14. Tabella 14: Calcestruzzi proiettati: categorie minime di ispezione in funzione della tipologia e destinazione d'uso.

Tipo di intervento	Categoria
Pre-rivestimenti di gallerie secondarie con funzione portante temporanea (se non esiste distinzione tra secondaria e principale, considerare tutto in categoria 3)	2
Pre-rivestimenti di gallerie principali anche con funzione portante temporanea o pre-rivestimenti aventi funzione portante in servizio	3
Stabilizzazione di scavi temporanei	1
Stabilizzazione permanente di pendii di medie dimensioni	2
Stabilizzazione di pendii di grandi dimensioni e/o in presenza di movimenti franosi	3
Consolidamento di elementi portanti e non portanti di ponti viadotti e rivestimenti definitivi di gallerie, ecc.	3

11.13.5 - Acciaio per c.a.: zincatura a caldo per immersione

Il trattamento preliminare comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldo a 400 - 430 K.
Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%. Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso, dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.
Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco.
Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.
NOTA Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere. Dovrà essere aderente alla barra, in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.
NOTA Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

11.14 - ALLEGATI

11.14.1 - ALLEGATO 1: CONTROLLI SUL CEMENTO

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	**LIMITI DI ACCETTABILITA'**			**CONTROLLI FASE PREQ. E QUALIFICA ***	**CONTROLLI FASE ACCETTAZ.****
		NORMA	**VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori)**			
A1	Cemento	UNI EN 197-1				
A 1.1	**Verifica documentazione:**					
A 1.1.1	Verifica attestato conformità CE (compresi valori C_3A, K_2O e Na_2O in caso richiesta cem SR o rischio ASR)		Attestazione sistema 1+		SI	Ogni fornitura
A 1.1.2	Verifica scheda tecnica produttore				SI	Inizio fornitura
A 1.2	**Verifica dei requisiti chimici:**	UNI EN 197/1 Tab4				
A 1.2.1	perdita al fuoco (UNI EN 196-2)		per CEM I e CEM III ≤ 5,0%		R	X
A 1.2.2	residuo insolubile (UNI EN 196-2)		per CEM I e CEM III ≤ 5,0%			
A	solfati (UNI EN 196-2)		≤ 3%	Per CEM I SR, CEM IV/A	R	X

1.2.3			(+0,5)	SR e CEM IV/B SR classi 32.5N, 32.5R e 42.5R		
			≤ 3,5% (+0,5)	per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM IV e CEM V, per le classi 32.5N-32.5R-42.5N Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 42.5R, 52.5N e 52.5R		
			≤ 4,0% (+0,5)	per CEM I, CEM II (tranne B-T), CEM III (tranne III/C), CEM IV e CEM V, per le classi 42.5R-52.5N-52.5R;		
			≤ 4,5% (+0,5)	per CEM II/B-T e CEM III/C		
A 1.2.4	Cloruri (UNI EN 196-2)		≤ 0,10%	il CEM III può contenere più del 0,10% dichiarando il contenuto effettivo	R	X
A 1.2.5	Pozzolanicità (UNI EN 196-5)		esito positivo prova	per CEM IV tutte le classi (positiva a 8gg in caso di CEM IV SR)		
A 1.2.6	Determinazione del contenuto di C3A(UNI EN 196-2)	UNI EN 197/1 Tab5	verifica solo nel caso di cem resistenti ai solfati =0% CEM I-SR0, ≤ 3%0 CEM I-SR3, ≤ 5%0 CEM I- SR5 <9% per CEM IV/A SR e CEM IV/B SR Per tutte le classi (+1%)		R solo per cem SR	Solo Inizio fornitura
A 1.3	**Verifica dei requisiti fisici e meccanici:**	UNI EN 197/1 Tab 3				
A 1.3.1	resistenza a compressione iniziale a 2 gg (N/mm^2)		≥10 (-2)	per classe 32.5R-42.5N-52.5L	R	X
			≥ 20 (-2)	per classe 42.5R-52.5N		
			≥ 30 (-2)	per classe 52.5R		

A 1.3.2	resistenza a compressione iniziale a 7 gg (N/mm^2)		≥ 12 (-2)	per classe 32.5L	R	X
			≥ 16 (-2)	per classe 32.5N		
			≥ 16 (-2)	per classe 42.5L		
A 1.3.3	resistenza a compressione normalizzata a 28 gg (N/mm^2)		≥ 32,5 (-2,5) e ≤ 52,5	per classe 32.5-32.5R	R	X
			≥ 42,5 (-2,5) e ≤ 62,5	per classe 42.5-42.5R		
			≥ 52,5 (-2,5)	per classe 52.5-52.5R		
A 1.3.4	tempo di inizio presa (minuti)		≥ 75 (-15)	per classe 32.5L-32.N-32.5R	R	X
			≥ 60 (-10)	per classe 42.5L-42.5N-42.5R		
			≥ 45 (-5)	per classe 52.5L-52.5N-52.5R		
A 1.3.5	Stabilità (espansione) (mm)		≤10	Per tutti i cementi		
A 1.3.6	Calore idrataz. (41h UNI EN 196-9, 7gg UNI EN 196-8)	§ 7.2.3 UNI EN 197/1	≤270J/g (+30)	Per tutti i cementi		

*Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove R raccomandabili), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale delle certificazioni CE.
**Frequenza delle prove:

- per un cantiere di piccola dimensione con non più di 15.000 mc di conglomerato cementizio prodotto, si dovrà prevedere un controllo della qualifica oltre al primo e comunque un controllo all'anno;
- per un cantiere di media dimensione con non più di 45.000 mc di conglomerato cementizio prodotto, si dovrà prevedere un controllo della qualifica per ogni semestre fino al termine dei lavori;
- per un cantiere di grande dimensione con più di 45.000 mc di conglomerato cementizio prodotto, si dovrà prevedere un controllo della qualifica per ogni quadrimestre fino al termine dei lavori;

11.14.2 - ALLEGATO 2: CONTROLLI SULLE CENERI VOLANTI

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	**LIMITI DI ACCETTABILITA'**		**CONTROLLO**	**CONTROLLO**
		NORMA	**VALORE CARATTERI-**		

			STICO (tolleranza su singolo valore)	FASE PREQ. E QUALIFICA*	FASE ACCETTAZ.**
A2	Ceneri volanti	UNI EN 450-1			
A 2.1	**Verifica documentazione:**				
A 2.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 1+	X	Ogni fornitura
A 2.1.2	Verifica scheda tecnica produttore			X	Inizio fornitura
A 2.1.3	Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata	§5.2.5.2.2 UNI EN 206 § 5.2 UNI 11104	con CEM I: cv/c ≤ 0,33; k=0,4 con CEM II/A, cv/c ≤ 0,25; k= 0,2 con CEM III/A, CEM IV/A e CEM V/A cv/c ≤ 0,20 (indicaz. CSA) (c + k × cv) ≥cem min. Classi esp. UNI 11104 a/(c + k × cv) ≤ a/c max. Classi esp. UNI 11104	X	X
A 2.2	**Verifica dei requisiti chimici:**	§ 5 e 8 EN 450-1			
A 2.2.2	perdita al fuoco (1 ora EN 196-2)		Cat. A ≤ 5% - tolleranza +2% Cat. B ≤ 7% - tolleranza +2% Cat. C ≤ 9% - tolleranza +2%	R	X
A 2.2.3	Cl-(cloruri) (UNI EN 196/2)		≤ 0,1%	R	X
A 2.2.4	SO_3 (anidride solforica) (UNI EN 196/2)		≤ 3% - tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.5	ossido di calcio libero (UNI EN 451-1)		≤ 1,5% tolleranza +0,1% - sono ammessi contenuti > del 1,5% purché le ceneri siano conformi con il requisito di stabilità	R	X

A 2.2.6	Ossido di calcio reattivo (UNI EN 196-2)		≤ 10 %- tolleranza +1%		
A 2.2.7	Ossido di silicio reattivo (UNI EN 197-1)		≥ 25 %		
A 2.2.8	SiO_2+$Al2O_3$+$Fe2O_3$ (UNI EN 196-2)		≥70 %- tolleranza -5%		
A 2.2.9	Na2O eq (UNI EN 196-2)		≤5 %- tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.10	MgO (UNI EN 196-2)		≤4 %...		
A 2.2.11	P2O5 tot ISO 29581-2 e P2O5 solubile (Annesso C EN 450-1)		≤5 %- tolleranza +0,5% ≤100mg/kg		
A 2.2.12	stabilità volumetrica 30% cv+70%cem rif. (UNI EN 196-3)		≤ 10 mm- tolleranza +1 mm	R	X
A 2.3	**Verifica dei requisiti fisici e meccanici:**				
A 2.3.1	finezza – trattenuto al vaglio 0,045 mm (EN 451-2 o EN 933-10)		Cat. N ≤ 40% - tolleranza ±5% e valore dich. +10% Cat. S ≤ 12% - tolleranza ±1%		
A 2.3.2	massa volumica reale (UNI EN 1097-7)		valore medio dichiarato ±200 kg/m3, tolleranza +5%	R	X
A 2.3.3	Tempo inizio presa 25% cv+75% cemrif. (UNI EN 196-3)		≤ 2 volte t.i.presa pasta 100% cem, tolleranza +0,25	R	X
A 2.3.4	Richiesta d'acqua (annesso B EN 450-1)		< 95% malta 100% cem, toller.+2% solo per cv finezza S:	R	X
A 2.3.5	indice di attività pozzolanica 25% cv+75%cem rif.(UNI EN 196/1)		a 28gg ≥75% - tolleranza -5% A 90gg≥85% - tolleranza	R	X

			-5%		

*Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A.2.1.
**Frequenza delle prove: Ciascuna fornitura all'impianto in corso d'opera. Ogni 1000 ton ovvero ogni 10000mc cls qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 450-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. In tal caso si manterrà ad ogni fornitura la verifica documentale di tali risultati rispetto ai limiti riportati in tabella A2. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.2 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

11.14.3 - ALLEGATO 3: CONTROLLI SUL FUMO DI SILICE

	DESCRIZIONE CONTROLLO	**LIMITI DI ACCETTABILITA'**		**CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFICA***	**CONTROLLO FASE ACCETTAZ****
		NORMA	VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore)		
A3	Fumo di silice	UNI EN 13263-1			
A3.1	**Verifica documentazione:**				
A3.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 1+	X	Ogni fornitura
A3.1.2	Verifica scheda tecnica produttore			X	Inizio fornitura
A3.1.3	Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata	§5.2.5.2.3 UNI EN 206 §5.2 UNI 11104	k =2 con CEM I e CEM II (esclusi cem già contenenti fs) 42.5N o R (=1 per a\c ≥0,45 in cl.esp.XC e XF) fs< 0,11 cem conteggiabile in k × fs (c + k × fs) ≥cem-min. Classi esp. UNI 11104 a/(c + k × fs) ≤ a/c max. Classi esp. UNI 11104 riduzione cem min. clsesposiz. ≤30kg/mc	X	X
A 3.2	**Verifica requisiti chi-**	§ 5.2			

	mici	UNI EN 13263-1			
A 3.2.1	SiO2(UNI EN 196-2)		≥ 85% per fs classe 1 (-5%) ≥ 80% per fs classe 2 (-5%)		
A 3.2.2	Si elementare (ISO 9286)		≥ 0,4% in massa (+ 0,1%)		
A 3.2.3	CaO libero (UNI EN 451-1)		≤ 1% -	R	
A 3.2.4	Solfati, SO4 (UNI EN 196-2) -		≤ 2%	R	X
A 3.2.5	Alcali tot, Na2O eq (UNI EN 196-2)		Valore dich.	R	X
A 3.2.6	Cloruri, Cl- (UNI EN 196-2)		se > 0,1 % , valore dichiarato ≤ 0,3%	R	X
A 3.2.7	Perdita al fuoco (1h UNI EN 196-2)		≤ 4,0% (+ 2,0%)	R	
A3.3	Verifica requisiti fisici	§ 5.3 UNI EN 13263-1			
A 3.3.1	superficie specifica (ISO 9277)		Da 15 (-1,5) a 35 m^2/g		
A 3.3.2	Contenuto sostanza secca in prodotto in sospensione acquosa		Valore dich+ 2%	R	X
A 3.3.3	indice di attività pozzolanica malta10% fs+90%cem rif.(UNI EN 196/1)		A 28gg Rc= 100% Rc malta con solo cem. Rif. (-5%)	R	X

*Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A.3.1.
**Frequenza delle prove: Ciascuna fornitura all'impianto in corso d'opera. Ogni 1000 ton ovvero ogni 10000 mc di cls qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 13263-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. In tal caso si manterrà ad ogni fornitura la verifica documentale di tali risultati rispetto ai limiti riportati in tabella A3. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.3 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

11.14.4 - ALLEGATO 4: CONTROLLI SU LOPPA D'ALTOFORNO GRANULATA

MACINATA

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFICA*	CONTROLLO FASE ACCETTAZ.**
		NORMA	VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore)		
A4	Loppa d'altoforno granulata macinata	UNI EN 15167-1			
A 4.1	**Verifica documentazione:**				
A 4.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 1+	X	Ogni fornitura
A 4.1.2	Verifica scheda tecnica produttore			X	Inizio fornitura
A 4.1.3	Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata	§5.2.5.2.4 UNI EN 206	con CEM I e CEM II/A: ggbs/c ≤1; k=0,60 (c + k × ggbs) ≥cem min. Classi esp. UNI 11104 a/(c + k × ggbs) ≤ a/c max. Classi esp. UNI 11104	X	X
A 4.2	**Verifica dei requisiti chimici:**	§ 5 e 8 UNI EN 15167-1			
A 4.2.1	perdita al fuoco (1 ora EN 196-2)		≤ 3% - tolleranza +0,5%	R	X
A 4.2.2	Cl-(cloruri) (UNI EN 196/2)		≤ 0,1% ; se superiore ≤valore dichiarato	R	X
A 4.2.3	SO3 (anidride solforica) (UNI EN 196/2)		≤ 2,5% - tolleranza +0,5%	R	X
A 4.2.4	Solfiti, H2S (UNI EN 196/2)		≤ 2,0% - tolleranza +0,5%	R	X
A 4.2.5	MgO (UNI EN 196-2)		≤18 % tolleranza +1%		
A 4.2.9	Umidità (Annesso A UNI EN 15167)		≤ 1%- tolleranza +0,5%	R	X

A 4.3	**Verifica dei requisiti fisici e meccanici:**				
A 4.3.1	finezza (UNI EN 196-6)		≥275 m^2/kg, tolleranza -15 m^2/kg		
A 4.3.3	Tempo inizio presa 50% cv+50% cemrif. (UNI EN 196-3)		≤ 2 volte t.i.presa pasta 100% cem, tolleranza +0,25	R	X
A 4.3.4	indice di attività pozzolanica 50% cv+50%cem rif.(UNI EN 196/1)		a 7gg ≥45% - tolleranza -5% A 28gg≥70% - tolleranza -5%	R	X

*Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle materie prime in fase di qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A. 4.1

**Frequenza delle prove: Ciascuna fornitura all'impianto in corso d'opera. Ogni 1000 ton ovvero ogni 10000 mc cls qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 450-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. In tal caso si manterrà ad ogni fornitura la verifica documentale di tali risultati rispetto ai limiti riportati in tabella A4. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A4 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

11.14.5 - ALLEGATO 5: CONTROLLI SUGLI AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

Esclusi gli aggregati leggeri marcati CE secondo norma UNI EN 13055

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	**LIMITI ACCETTABILITA'**		**CONTROLLO FASE PREQUALIF. E QUALIFICA***	**CONTROLLO FASE ACCETTAZ.****
		NORMA	**VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori)**		
A5	Aggregati	UNI EN 12620 UNI 8520/2			
A 5.1	**Verifica documentazione**				
A 5.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 2+	X	X
A 5.1.2	Verifica documentazione tecnica produttore e classificazione eventuali aggregati riciclo		Categorie Tab 22 EN 12620 e Tab.A.1 Annesso A***	X	X
A 5.2	**Verifica requisiti chimici**				
A	esame petrografico	§4.3 e pro-	assenza di gesso e anidride	R	X

5.2.1	(UNI EN 932/3)	sp. 1 UNI 8520-2	(vedi limiti p.ti A.5.2.2 e A 5.2.2 3) silice reattiva (se presente obbligo prova A.5.2.5), miche e scisti cri- stallini, silicati instabili o com- posti ferro per scorie metal- lurgiche.		(solo alla prima fornitura)
A 5.2.2	potenziale reattività in presenza di alcali (8520/22)		espansione di prismi di malta: prova accelerata ≤ 0,10%; se >0,10% eseguire prova a lungo termine; prova a lungo termine ≤0,05 a 3 mesi e ≤0,10% a 6 mesi	R (in caso di rischi evidenziati da petrografia)	X (in caso di rischi evidenziati da petrografia)
A 5.2.3	contenuti di solfato idrosolubile (UNI EN 1744/1)	§ 6.3.3 EN 12620	Solo per aggregati riciclati		
A 5.2.4	contenuti di solfati solubili in acido (p.to 12 UNI EN 1744/1)	Prosp. 4 e 6 prosp. 5 UNI 8520-2	SO_3 ≤ 0,8% per aggregati fini e filler SO_3 ≤ 0,2% per aggregati grossi	R	X
A 5.2.5	contenuto totale di zolfo (nel caso di presenza di solfuri ossidabili) (p.to 11UNI EN 1744/1)		S≤ 1% per aggregati naturali e filler S ≤ 2% per loppe altoforno ≤ 0,1%		
A 5.2.6	contenuto di cloruri solubili in acqua (p.to 7 UNI EN 1744/1)		≤ 0,03% (valore raccomandato salvo diversa verifica contenuto totale cloruri nel cls conforme a prosp. 15 UNI EN 206)	R	X
A 5.2.7	contenuto di parti leggere e vegetali (p.to 14.2UNI EN 1744/1)		Aggr. fini ≤ 0,5% Aggr. grossi ≤ 0,1% riduzione del 50% in caso di utilizzo per c a vista	R	X
A 5.2.8	Costituenti che alterano la presa e l'indurimento	prosp. 4 e 6 UNI 8520-2 § 6.4.1 UNI EN 12620	Per aggregati e filler		
a	contenuto di sostanze organiche (umica)		Colore della soluzione non più scuro dello standard di riferimento	R	X

	(p.to 15.1 UNI EN 1744/1)				
b	contenuto acido fulvico (p.to 15.2 UNI EN 1744/1)		Solo se prova a) non conforme: colore della soluzione non più scuro dello standard di riferimento	R (se prova a) non conforme)	X (se prova a) non conforme)
c	Prova in malta (p.to 15.3 UNI EN 1744/1)		Solo se prova b) non conforme: variazione tempo di presa rispetto malta riferimento ≤ 120' Riduzione Rc a 28gg rispetto a malta riferimento ≤ 20%		
A 5.2.9	Disintegrazione del silicato di calcico e del ferro (p.to 19.1 e 19.2 UNI EN 1744/1)	§ 6.4.2 EN 12620	Solo per aggregati da loppa d'altoforno: disintegrazione assente	R	X
A 5.3	**Verifica requisiti fisici**				
A 5.3.1	massa volumica media del granulo saturo a superficie asciutta (UNI EN 1097-6)	prosp. 3 e 6 UNI 8520-2	≥ 2300 kg/m^3 Per filler ≥ 2000 kg/m^3	R	X
A 5.3.2	assorbimento d'acqua (UNI EN 1097-6)	prosp. 3 UNI 8520-2	≤ 4% (limite capitolato) Se ≥ 1% con classi di esposizione XF deve essere verificata resist. Gelo	R	X
A 5.3.3	Granulometria (UNI EN 933-10)	§ 4 e prosp. 6 UNI 8520-2	categorie prosp. 2,3,4,5,6,7 UNI EN 12620	R	X ***
A 5.3.4	Contenuto in polveri: passante al vaglio 63 µm (UNI EN 933/2)		Sabbia o misto non frantum. ≤ 3% Sabbia frantum.da depositi alluvion. ≤ 10% Sabbia frantum.da roccia≤ 16% Aggr. grossi non frantum. ≤ 1,5% Aggr. grossi frantum. ≤ 4%	R	X ***
A	Equivalente in sab-	UNI 8520/2	Solo in caso di superamento	R	X

5.3.5	bia, SE su fraz. ≤ 4mm (EN 933/8)		dei limiti del passante a 63 µm ≥80 per aggregati non frantumati ≥70 per aggregati frantumati	(se pass. 63 µm oltre i limiti)	(se pass. 63 µm oltre i limiti)
A 5.3.6	Valore di blu di metilene, MB su fraz. ≤ 2mm (EN 933/9, per i filler appendice A)	UNI 8520/2 UNI EN 933/9	Solo in caso di non conformità ai limiti de SE, MB ≤ 1,2 g/kg, Per i filler ≤ 12 g/kg,	R (se SE oltre i limiti)	X (se SE oltre i limiti)
A 5.3.7	Confronto in calcestruzzo con aggregati noti conformi (UNI 8520/21)	Prosp. 5 UNI 8520/2	Solo in caso di non conformità ai limiti de SE ed MB Rc 28gg ≥85% R_c con aggregato noto E_s 28gg ≥90% E_s con aggregato noto		
	Prove aggiuntive per particolari utilizzi				
A 5.3.8	Resistenza alla frammentazione aggregati grossi (UNI EN 1097/2)	Prosp. 5 UNI 8520/2	dichiarata secondo le categorie del prospetto 12 della EN 12620 (per cls Rck ≥C50/60, LA≤ LA30)	R (per Rck ≥ 50MPa)	X
A 5.3.9	resistenza aggregati grossi ai cicli di gelo e disgelo senza (UNI EN 1367/1) e con sali disgelanti (UNI EN 1367/6)		Classe dichiarata secondo le categorie del prospetto 18 della EN 12620; Per cls in classe XF perdita massa ≤ 2% (≤ F2 o FEC2)	R (solo per uso in cls in classi XF)	X
A 5.3.10	degradabilità aggregati grossi agli attacchi di soluzioni solfatiche (UNI EN 1367/2)		Classe dichiarata secondo le categorie del prospetto 19 Della UNI EN 12620 Richiesta per cls in classe XF: perdita di massa ≤25% (≤MS 25)		
A 5.3.11	indici di forma (SI) e di appiattimento (FI) per aggregati grossi (UNI EN 933/3-4)	§ 4 UNI 8520/2	valori da dichiarare secondo prospetti 8 e 9 UNI EN 12620 (influenti su lavorabilità cls e resistenza a flessione)		

A 5.3.12	Percentuale particelle frantumate (UNI EN 933-5)		valori da dichiarare secondo prospetti 13 e 14 EN 12620 (influenti su lavorabilità cls)		
A 5.3.13	Resistenza alla levigabilità e abrasione senza (UNI EN 1097-8) e con pneum. chiodati (UNI EN 1097-9)	n.d.	Solo per aggregati destinati a cls soggetti ad usura superficiale Classe dichiarata secondo le categorie dei prospetti 15,16 e 17 della UNI EN 12620		
A 5.3.14	Resistenza all'usura Microdeval (UNI EN 1097-21)	n.d.	Solo per aggregati destinati a cls soggetti ad usura superficiale Classe dichiarata secondo le categorie del prospetto 14 della UNI EN 12620		

** Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove R raccomandabili), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, con esclusione degli aggregati riciclati, i controlli sugli aggregati in fase di prequalifica e qualifica possono essere limitati alla verifica documentale delle certificazioni CE.
** Frequenza delle prove accettazione: a ogni cambio di cava o del fronte di coltivazione della cava; ogni 10.000 mc di cls gettato; (***) ogni 4000 mc
*** Impiego Aggregati riciclati: Possono essere utilizzati solo aggregati presenti nella Tabella A.1 della EN 12620 con positiva esperienza di utilizzo("history of use YES) eventualmente anche con speciali requisiti già contenuti nella EN 12620 ("Special requirements in standards"=YES).
Per quelle tipologie che, ferma restando la positiva esperienza di utilizzo, sia stata rilevata la necessità di verifica di requisiti aggiuntivi rispetto a quelli indicati nella EN 12620 ("Additional requirements identified for inclusion" = YES) la norma è ancora applicabile in maniera provvisoria nell'attesa che vengano definiti metodi di valutazione aggiuntivi eventualmente già previsti dalle norme nel luogo di utilizzo.
Tutti gli aggregati rientranti nel campo di applicazione della EN 12620, andranno marcati CE per i requisiti dell'annesso ZA della EN 12620 e dovranno rientrare nei limiti nazionali della UNI 8520/2. In particolare, per quanto riguarda gli aggregati da demolizione (categorie Rc), valgono gli specifici limiti nazionali riportati nella Tab.
11.2.III delle NTC. In caso di utilizzo di aggregati riciclati sarà comunque obbligatorio procedere con prove di prequalifica e qualifica sia sugli aggregati che sui calcestruzzi (Allegato 9) anche in impianti dotati di certificazione FPC.

11.14.6 - ALLEGATO 6: CONTROLLI SU ACQUA D'IMPASTO PER CALCESTRUZZO

	DESCRIZIONE CONTROLLO ***(norma)***	***RIFERIMENTI***		**CONTROLLI PREQUAL. E QUALIFICA***	**CONTROLLO FASE ACCETTAZ.****
		NORMA	***VALORI CARATTERISTICI*** ***(tolleranze singoli valori)***		
A 6	Acqua d'impasto	UNI EN 1008			

A 6.1	Verifica fonte di approvvigionamento e certificazione	§3 UNI EN 1008	Potabile, di recupero da produzione cls, sotterranea, naturale di superficie, da reflui industriali, salmastra (solo per cls non armato)	X	X
A 6.2	Valutazione preliminare:				
A 6.2.1	Odore (§6.1.1 UNI EN 1008)	Prosp. 1 UNI EN 1008	Come acqua potabile, leggero odore di cemento o di idrogeno solforato	X	X
A 6.2.2	Colore (§6.1.1 UNI EN 1008)		Da incolore a giallo pallido	X	X
A 6.2.3	Presenza detersivi e schiuma (§6.1.1 UNI EN 1008)		Rifiutare in caso di schiuma stabile per oltre 2min dopo agitazione 30sec	X	X
A 6.2.4	osservazione visiva oli, grassi, (§6.1.1 UNI EN 1008)		Solo tracce visibili	X	X
A 6.2.5	Sostanza umica (§6.1.2 UNI EN 1008)		Accettabile colore marrone giallastro o più pallido dopo aggiunta NaOH	X	X
A 6.2.6	PH		≥ 4	X	X
A 6.2.7	Sostanze in sospensione (§6.1.1 UNI EN 1008 o § A.4.4app. A4)	Prosp. 1 UNI EN 1008 + o app. A.3 app. A4)	Acque di processo cls: per Mv>1,01 kg/l, materiale solido omogeneamente distribuito< 1% in peso massa totale aggregati; Acqua da altre:fonti sedimento ≤4ml	X	X
A 6.2.8	Massa volumica (app A.4 app. A5, procedura di misura da specificare in manuale FPC es.)	app. A4 e A5	Solo per acque di processo cls: determinata ogni giorno utilizzo su campioni omogeneizzati; per Mv>1,01kg/l vedi p.to A 6.2.7	X	X
A 6.3	**Prove chimiche:**				X
A 6.3.1	contenuti di solfati (estratti 196-2/2013)	§ 4.3.2 UNI EN 1008	SO_4^{--} ≤ 2000 mg/litro	X	X
A 6.3.2	contenuto di cloruri (estratti 196-2/2013)	Prosp. 2 UNI EN 1008	c.a.pCl-≤ 500 mg/litro c.a. Cl-≤ 1000 mg/litro non armato Cl-≤ 4500 mg/litro	X	X
A 6.3.3	contenuto alcali (estratti 196-2/2013)	§ 4.3.3	Na_2O eq.≤ 1500 mg/litro	X	X

		UNI EN 1008			
A 6.3.4	Zuccheri	Prosp. 3 UNI EN 1008	≤ 100 mg/litro	X	X
A 6.3.5	Fosfati, P_2O_5		≤ 100 mg/litro	X	X
A 6.3.6	Nitrati, NO_3(ISO 7890-1)		≤ 500 mg/litro	X	X
A 6.3.7	Piombo, Pb^{2+}		≤ 100 mg/litro	X	X
A 6.3.8	Zinco, Zn^{2+}		≤ 100 mg/litro	X	X
A 6.4	**Prove fisico meccaniche**				
A 6.4.1	Confronto tempo di presa provini pasta con acqua produzione e acqua distillata (UNI EN 196/3)	§ 4.4 e 6.1 UNI EN 1008	1h≤t.i.p≤ 25% t.i.p pasta con acqua distillata t.f.p≤ 25% t.f.p pasta con acqua distillata e ≤12h	Solo in presenza delle sostanze di cui ai punti A.6.3.4- A 6.3.8	Solo in presenza delle sostanze di cui ai punti A.6.3.4- A 6.3.8
A 6.4.2	Confronto Rc 3 provini malta con acqua produzione e acqua distillata (UNI EN 196/1)		Rc> 90% Rccls o malta con acqua distillata		
A 6.4.3	Confronto Rc 3 provini cls con acqua produzione e acqua distillata (UNI EN 12390-2,3)				

*Frequenza delle prove in prequalifica e qualifica: nessuna in caso di utilizzo di acqua potabile. In caso contrario, alla prequalifica e/o alla qualifica della miscela di calcestruzzo.
** Frequenza delle prove in fase di accettazione: nessuna in caso di utilizzo di acqua potabile. In caso contrario, ogni mese.

11.14.7 - ALLEGATO 7: CONTROLLI SU ADDITIVI ED AGENTI ESPANSIVI

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	**RIFERIMENTI**		**CONTROLLI-PR EQUAL. E QUALIFICA***	**CONTROLLO FASE ACCET-TAZ.****
		NORMA	**VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori)**		
A 7a	**Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione:** **per calcestruzzi** **per malte iniezioni cavi precomp.**	UNI EN 934/1 -'08 requisiti comuni 934/2 '12 *** 934/4 '09 934/5 '08			

	Per cls proiettato				
A 7a.1	**Verifica documenti**				
A 7a.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 2+s econdo app. ZA norme riferimento con le frequenze indicate in: prospetto 13 UNI EN 934/2 prospetto 2 UNI EN 934/4 prospetto 5 UNI EN 934/5	X	Ogni fornitura
A 7a.1.2	Verifica scheda tecnica produttore		Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo	X	Inizio fornitura
A 7a.1.3	Verifica dosaggi previsti in ricette		Verifica corrispondenza a dosaggi raccomandati in scheda tecnica	X	Inizio fornitura
A 7a.2	Verifica requisiti generali				
A 7a.2.1	Esame visivo omogeneità e colore	Prosp. 1 UN EN 934/1	Omogeneo, assenza separazioni, colore uniforme e simile alla descrizione del produttore	R	
A 7a.2.2	Componente effettivo da spettro IR (UNI EN 480/6)		Nessuna variazione significativa rispetto a spettro certificazione prodotto	R	
A 7a.2.3	Massa volumica assoluta, solo per additivi liquidi (ISO 758 o alternativo)		D+0,03 se D>1,1kg/l D+0,02 se D<1,1 kg/l con D, valore dichiarato da produttore	R	Inizio fornitura e ogni 10000mc cls fornito
A 7a.2.4	Contenuto di secco convenzionale (UNI EN 480/8)		0,95T<X<1,05T se T>20% 0,90T<X<1,10T se T<20% con T, valore dichiarato da produttore	R	

A 7a.2.5	PH,solo per additivi liquidi (ISO 4316)		valore entro intervallo dichiarato da produttore		
A 7a.2.6	Cloruri solubili in acqua (UNI EN 480/8)		≤ 0,1% in massa (prodotto “senza cloruri”) o < valore di- chiarato produttore		
A 7a.2.7	Alcali Na2O eq. (UNI EN 480/8)		<% in massa dichiarata da produttore		
A 7b	**Agenti espansivi non metallici: per malte e calcestruzzi**	UNI 8146, UNI 8147 UNI 8148			
A 7b.1	**Verifica documenti**			X	X
A 7b.1.1	Verifica eventuale certificazione volontaria secondo UNI 8148	UNI 8146 UNI 8147 UNI 8148	Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo	X	Inizio fornitura
A 7b.1.2	Verifica scheda tecnica produttore		Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo	X	Inizio fornitura
A 7b.1.3	Verifica dosaggi previsti in ricette		Verifica corrispondenza a dosaggi indicati in scheda tecnica	X	Inizio fornitura
A 7b.2	Verifica requisiti prestazionali				
A 7b.2.1	Tempi di inizio e fine presa (UNI 7123)		t.p. cls con espansivo = t.p. cls senza espansivo +30’	X	
A 7b.2.2	Resistenza a compressione a 28gg (UNI EN 12390/8)		Rccls con espansivo >Rccls senza espansivo pari consistenza	X	
A 7b.2.3	Espansione contrastata (UNI 8148 metodo		a 7gg > 200µm/m; a 28gg >esp. 7gg	X	

	A, in acqua satura di calce)				
	(UNI 8148 metodo B, UR>95% con pellicola plastica per 2gg, poi a UR 55+5%)		Salvo diverse specifiche di progetto: a 1gg > 400µm/m; a 7gg >200µm/m; a 28gg >100µm/m; a 90gg >0µm/m	X	Inizio fornitura e ogni 10000mc cls fornito
A 7c	**Agenti riduttori di ritiro SRA**	n.d.		X	X
A 7c1	**Verifica documenti**				
A 7c.1.2	Verifica scheda tecnica produttore		Verifica limiti dosaggi e condizioni utilizzo	X	Inizio fornitura
A 7c.2	Verifica requisiti prestazionali				
A 7c.2.1	Tempi di inizio e fine presa (UNI 7123)		Verifica variazioni t.p. rispetto a cls senza SRA	se rilevante per il tipo di applicazione	
A 7c.2.2	Resistenza a compressione a 1 o 2g e 28gg (UNI EN 12390-3)		Verifica variazioni Rc rispetto a cls senza SRA	X	
A 7c.2.3	Ritiro idraulico libero (UNI)		Verifica riduzioni rispetto a cls senza SRA Salvo diverse specifiche di progetto: a 60gg <400µm/m; a 90gg <500µm/m	X	Inizio fornitura e ogni 10000mc cls fornito

*Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera (vedi prove raccomandate R), in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sugli additivi con obbligo di marcatura CE in fase di prequalifica e qualifica possono essere limitati alla verifica documentale di cui in A.7a.1. Non sono previste verifiche sulle proprietà specifiche degli additivi (riduzione d'acqua, aumento e mantenimento consistenza, aria inglobata, acqua essudata, tempi di presa, resistenza a compressione, impermeabilità) per le quali si rimanda direttamente alle verifiche delle proprietà dei calcestruzzi additivati riportate nelpar. 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO §6.3.1.3 e 11.13.4 - - Specificazione dei calcestruzzi proiettati del CSA per i calcestruzzi proiettati ovvero al § 11.7.8 - - Armature di precompressione per le malte da iniezione dei cavi da precompressione.

**Frequenza delle prove: come indicato in tabella nel caso ogni fornitura all'impianto sia accompagnata

dall'attestato di conformità secondo la norma UNI EN 934/2,4,5 corredato dai risultati delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime, le verifiche in cantiere segnalate in tabella saranno eseguite. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.7 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.
*** la UNI EN 934-2 regola la produzione di riduttori di acqua/fludificanti (Prosp. 2), riduttori di acqua ad alta efficacia/superfluidicanti (prosp. 3.1-3.2) , ritentori d'acqua (prosp. 4), aeranti (prosp. 5), acceleranti di presa (prosp. 6), acceleranti di indurimento (prosp. 7), ritardanti di presa (prosp. 8), resistenti all'acqua (prosp. 9), riduttori di acqua/fludificanti +ritardanti di presa (Prosp. 10), riduttori di acqua/fludificanti +acceleranti di presa (Prosp. 12), riduttori di acqua ad alta efficacia/ superfluidicanti +ritardanti di presa (Prosp. 11.1 e 11.2),

11.14.8 - ALLEGATO 8: CONTROLLI SULLE FIBRE

	DESCRIZIONE CONTROLLO	**LIMITI DI ACCETTABILITA'**		**CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFICA** *	**CONTROLLO FASE ACCETTAZ** **
		NORMA	VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore)		
A8a	Fibre metalliche per calcestruzzo	UNI EN 14889-1			
A8a.1	**Verifica documentazione:**	(metalliche)			
A 8a.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 1 per malte e cls strutturali; 3 per altri impieghi	X	Ogni fornitura
A 8a.1.2	Verifica scheda tecnica produttore		Verifica dosaggi raccomandati per raggiungere prestazione	X	Inizio fornitura
A 8a.1.3	Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata		Verifica conformità ai dosaggi minimi raccomandati dal produttore	X	Inizio fornitura
A8a.2	**Verifica requisiti identificazione**	(§ 5.1. UNI EN 14889-1)			
A 8a.2.1	Classificazione gruppo in base tipologia produzione e forma		Gruppi da I a V		
A 8a.2.2	Lunghezza (§ 5.2.2 UNI EN 14889-1)	Prosp. 1 UNI EN 14889-1	Da norma :valore dichiarato. Raccomandato : 20 - 40	R	

			mm		
A 8a.2.3	Diametro eq. o spessore (§ 5.2.3 UNI EN 14889-1)		Da norma :valore dichiarato.	R	
A 8a.2.4	rapporto d'aspetto (l/ Deq)		Da norma: valore dichiarato. Raccomandato: 50 - 80	R	
A 8a.2.5	Massa volumica lineare	§5.2.3.3 UNI EN 14889-1	Nominale acciaio: 7850 kg/mc Nominale acciaio Inox 7950 kg/mc		
A 8a.2.6	Resistenza a trazione (EN 10002-1 + §5.3 EN 14889-1)	§5.3 UNI EN 14889-1	Valore dichiarato		
A 8a.2.7	modulo elastico (EN 10002-1 +§5.3 EN 14889-1)	§5.4 UNI EN 14889-1	Da norma: valore dichiarato Circa 200000 MPa per acciaio; Circa 170000 MPa per acciaio inox		
A8a.3	**Verifica requisiti prestazionali in calcestruzzo**				
A 8a.3.1	Effetto sulla consistenza rispetto a cls riferimento senza fibre (UNI EN 12350-3 Vebè test)	§5.7 UNI EN 14889-1	Variazione dichiarata della lavorabilità rispetto a cls di riferimento EN 14845-1 con un dosaggio di fibre in grado di garantire la prestazione A8a.3.2 ed eventuali aggiunte di superfluidicanti	Vedi verifiche 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	
A 8a.3.2	Effetto sulla resistenza a flessione residua su travi intagliate e caricate in mezzeria (EN 14845-2, EN 14651)	§ 5.8 UNI EN 14889-1	Dosaggio di fibre dichiarato necessario a raggiungere Rf= 1,5MPa con CMOD =0,5mm e Rf=1,0MPa per CMOD=3,5mm su cls	Vedi verifiche 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MI-	

			di riferimento EN 14845-1		
A8b	**Fibre polimeriche per calcestruzzo**	UNI EN 14889-2 (polimeriche)			
A 8b.1	**Verifica documentazione:**				
A 8b.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 1 per malte e cls strutturali; 3 per altri impieghi	X	Ogni fornitura
A 8b.1.2	Verifica scheda tecnica produttore		Verifica dosaggi raccomandati per raggiungere prestazione	X	Inizio fornitura
A 8b.1.3	Verifica dosaggio previsto nella ricetta qualificata		Verifica conformità ai dosaggi minimi raccomandati dal produttore	X	Inizio fornitura
A 8b.2	**Verifica requisiti identificazione**				
A 8a.2.1	Classificazione e forma	§5.1 UNI EN 14889-2	Classi Ia microfibre monofilamento Classi Ib microfibre fibrillate Classe II macofibre per incremento della resistenza residua a flessione		
A 8b.2.2	Lunghezza	§5.3 Prosp. 1 UNI EN 14889-2	Da norma :valore dichiarato. Raccomandato in CSA: 20 - 40 mm per macrofibre Classe II per incremento resistenza a flessione residua		
A 8b.2.3	diametro o spessore		Da norma :valore dichiarato.		

			>0,30mm per macrofibre classe II per incremento resistenza a flessione residua ≤0,30mm per microfibre Classe I a monofilamento o fibrillate		
A 8b.2.4	rapporto d'aspetto (l/ Deq)		Da norma: valore dichiarato. Raccomandato in CSA: 50 - 80 per macrofibrecls II		
A 8a.2.5	Massa volumica lineare (EN 13392)		Valore dichiarato		
A 8b.2.6	Resistenza a trazione (EN ISO 2062 , UNI EN ISO 6892-1)	§5.4 UNI EN 14889-2	Valore dichiarato		
A 8a.2.7	modulo elastico UNI EN ISO 6892-1 §5.3 EN 14889-1	§5.5 UNI EN 14889-2	Valore dichiarato		
A 8b.2.8	Punto di fusione e combustione (UNI EN ISO 11357-3)	§5.6 UNI EN 14889-2	Valore dichiarato		
A 8b.3	**Verifica requisiti prestazionali in calcestruzzo**				
A 8b.3.1	Effetto sulla consistenza rispetto a cls senza fibre (UNI EN 12350-3 Vebè test)	§5.7 UNI EN 14889-2	Variazione dichiarata della lavorabilità rispetto a cls di riferimento EN 14845-1 con un dosaggio di fibre in grado di garantire la prestazione A 8b.3.2 ed eventuali aggiunte di superfluidicanti	Vedi verifiche 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	
A 8b.3.2	Effetto sulla resistenza a flessione residua su travi	§5.8 UNI EN	Dosaggio di fibre dichiarato necessario a raggiunge-	Vedi verifiche	

	intagliate e caricate in mezzeria (EN 14845-2, EN 14651)	14889-2	re Rf= 1,5MPa con CMOD =0,5mm e Rf=1,0MPa per CMOD=3,5mm su cls di riferimento EN 14845-1	11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO	

*Salvo specifiche richieste del DL legate a particolari criticità dell'opera: in caso di impianto di produzione del calcestruzzo con certificazione FPC, i controlli sulle fibre in fase di prequalifica e qualifica possono essere limitate alla verifica documentale e alle sole prove R (raccomandate). Non sono richieste verifiche dei requisiti prestazionali rispetto al calcestruzzo di rifermento UNI EN 14845-1 rimandando direttamente alle verifiche dei calcestruzzi fibrorinforzati da progetto definite nel par. 11.14.9 - - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ai punti A.9.4.3.
**Frequenza delle prove: Solo documentale ad inizio fornitura qualora ciascuna fornitura all'impianto sia accompagnata dall'attestato di conformità secondo la norma Uni EN 14889-1 corredato dai risultati completi delle prove eseguite dal produttore secondo le frequenze indicate nelle norme medesime. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.8a in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.

11.14.9 - ALLEGATO 9: CONTROLLI SULLE MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	**LIMITI DI ACCETTABILITA'**		**CONTROLLO FASE PREQUALIF.***	**CONTROLLO FASE QUALIFICA****	**CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE*****
		NORMA	**VALORI CARATTERISTICI**			
A9	Calcestruzzo	MISCELE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO				
A 9.1	**Verifica documenti**					
A 9.1.1	Certificazione impianto			X	X	Prima fornitura
A 9.1.2	Disponibilità dossier prequalifica e/o qualifica			X	X	Prima fornitura
A 9.2	**Verifiche composizionali**					

A.9.2.1	Combinazione granulometria degli aggregati (UNI EN 933/1)	CSA; § 4.4.UNI 8520-2	La miscela deve essere costituita da almeno tre classi granulometriche diverse o due classi in caso di Dmax≤ 10mm	X	X	
A.9.2.2	Dmax aggregato (UNI EN 933/1)		Verifica rispetto limiti di progetto correlati a copriferro, interferro e sezione minima struttura	X	X	X
A.9.2.3	Dosaggio cemento, acqua totale ed efficace, a/c, a/(c + k x aggiunta)					
a	Valori di- chiarati in ri- cetta nominale (§ 5.4.2 UNI EN 206)	CSA; prosp 5 UNI 11104	Verifica conformità a classe esposizione di progetto	X	X	Prima fornitura
b	Verifica con report pesate, misura umidità aggregati e rese impianti UNI EN 206	CSA	Verifica conformità a classe esposizione di progetto e a valori nominali dichiarati	X (a/c = a/c nomin. +0,02%)	X (a/c = a/c prequal. +0,03%)	
c	Verifica con misura acqua totale per bruciatura cls (UNI 11201)			X (a/c = a/c nomin. ±0,02%)	X (a/c= a/c prequal. ±0,03%)	Prima fornitura e ogni 1500 mc di cls fornito (a/c= a/c qualifica +0,03%)
A.9.2.4	Contenuto di cloruri (§5.2.8 UNI EN 206: calcolo somma contributi dei vari componenti)	Par. 11.13.3.8 -- Contenuto di cloruri nel calcestruzzo e § prosp.	% rispetto a dosaggio cemento: ≤ 1% per cls normale (non armato) ≤ 0,4% per c.a. (≤0,2% se richie-	X	X	riverifica nel caso di rilevato aumento del contenuto di cloruri nei materiali componenti

		15 UNI EN 206	sto) ≤ 0,2% per c.a.p. (≤0,1% se richiesto)				
A 9.3	**Verifiche prestazioni principali**						
A.9.3.1	Campionamento (UNI EN 12350/1)					X	
A.9.3.2	Temperatura aria e cls (par. 11.13.3.7 - - Misura della temperatura del calcestruzzo al getto, precisione >1°C)	Par. 11.7.3.3 - - Posa in opera in climi freddi e par. 11.7.3.4 - - Posa in opera in climi caldi	Climi freddi: Aria e cls≥ 5°C Se aria 0-5°C, riscaldam. cls ≥ 10°C se aria -4- 0°C, solo getti fondaz.e riscaldam. cls≥ 10°C se aria < -4°c sospensione getti Climi caldi: Aria e cassaforme≤33°C Se aria >33°C ° raffreddamento cls≤25°C		X	X	alla prima betoniera e poi alla stessa frequenza dei controlli di accettazione della Rc: ogni 100 mc/ ogni giorno (prelievo del campione a 1/5 e 4/5 dello scarico)
A.9.3.3	Classe di consistenza per cls da asciutti a superfluidi UNI EN 12350-2 slump UNI EN 12350-3 prova Vebè UNI EN 12350-5 spandimento alla tavola a scos-	§ 4.2.1 UNI EN 206 Errore: sorgente del riferimento non trovata par. 11.2 - - CONGLOMERATI CEMENTIZI (salvo spe-	Prosp. 3 UNI EN 206: S1: 1-4 cm S2: 5-9 cm S3: 10-15 cm S4: 16-21 cm	Prosp. 5 UNI EN 206: F1: ≤ 34 cm F2: 35-41 cm F3: 42-48 cm F4:49-55 cm F5: 56-	X (verifiche a fine miscelazione a 0'-30'-60', se previsto 90' e 120'	X (Ripetizione su 3 impasti: su un impasto verifiche a fine miscelazione a 0'-30'-60', 	

	se	cifiche indicazioni di progetto, previste classi consistenza>S 4 con mantenimento per 60')	S5: ≥22 cm (oltre i 25cm passare a misura spandimento)	62 cm F6: ≥ 63 cm		se previsto 90' e 120'; su altri due impasti solo a 0')	
			Tolleranza di ± 20 mm tra un impasto e l'altro all'interno della classe di consistenza				
A.9.3.4	Classe di consistenza e reologia SCC (EN 12350/8 Prova di spandimento e del tempo di spandimento)	UNI EN 206 (§ 4.2.1 Tab II) Par. 11.2 -- CONGLOMERATI CEMENTIZI	Slump-flow(Dmax≤ 40mm): SF1: 550-650mm (±50mm) SF2: 660-750mm (±50mm) SF3: 750-850mm(±50mm) classi di viscosità 500mm VS1: < 2 sec; VS2: ≥ 2 sec (±1sec)				
	(EN 12350/9 Prova del tempo di efflusso-V Funnel)		Tempo svuotamento (Dmax≤ 22,4mm): VF1: < 9(±3) sec; VF2: 9-25 (±5)sec		se previsto in specifico progetto	se previsto in specifico progetto	Se previsto, alla prima betoniera quindi con frequenze definite in specifico progetto
	(EN 12350/10 Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L)		Hfinale /Hinziale: PL1> 0,80 con 2 barre; PL2 > 0,80 con 3 barre				
	(EN 12350/12 Prova di scorrimento confinato mediante anello a J)		Diff. abbassamento cls dentro e fuori J ring: (Dmax≤ 40mm): PJ1≤ 10mm con 12 barre PJ2 ≤ 10mm con 16				

			barre			
A.9.3.5	Omogeneità e segregabilità, (S5: UNI EN 12350/5) (SCC:UNI EN 12350/8)		confronto spandimento 0' e 60' (oltre se richiesto): valutazione visiva assenza segregazione (frazione grossa al centro e boiacca lungo perimetro)	X	X (solo su una miscela delle tre)	Alla prima e ogni 1500mc di cls fornito
	(UNI EN 12350/11) Non applicabile in presenza di fibre o aggregati leggeri		Per cls S5, differenza trattenuti a setaccio 4 o 5mm a 0' (P1) e 60' (P2): (P1-P2)≤ 0,15 (P1+P2)/2 Per SCC passante a 5mm: SR1 ≤ 20%; SR2 < 15%;		X (solo su una miscela delle tre)	Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls fornito
A.9.3.6	Acqua essudata (UNI EN 480/4)	Par. 11.13.3.6 - - Acqua di bleeding	≤ 0,1% rispetto al volume iniziale della miscela	X	X (solo su una miscela delle tre)	Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls fornito
A.9.3.6	Tempi di presa (UNI 7123)	Par. 11.13.3.10 - - Tempo di presa	Conformità a limiti di progetto funzione tempi di scassero e lavorazioni		Se richiesto (solo su una miscela delle tre)	Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls fornito
A.9.3.7	Massa volumica a fresco (UNI EN 12350/6)	Par. 11.13.3.4 - - Massa volumica	± 3% rispetto a valore nominale definito nel dossier di prequalifica	X	X	Alla prima fornitura e ogni 1500mc di cls prodotto; per cls aerati, stessa frequenza

						misura aria
A.9.3.8	Aria inglobata (UNI EN 12350-7)	Par. 11.13.3.5 -- Contenuto di aria	≤ 2,5% per cls ordinari Per cls resistenti ai cicli di gelo-disgelo: 8% ± 1% per Dmax fino a 10 mm 6% ± 1% per Dmax tra 10 e 20 mm 5% ± 1% per Dmax oltre 20 mm	X	X (solo su una miscela delle tre)	per cls aerati: al primo impasto o carico di ogni giorno di produzione
A.9.3.9	Massa volumica su cls indurito (UNI EN 12390-7)	§ 5.5.2 UNI EN 206 Par. 11.13.3.4 -- Massa volumica	2000 kg/mc ≤Mv secco ≤ 2600 kg/mc Mv provini stagionati UR>95% o in acqua: ±50kg/mc rispetto a valore a fresco	X	X	su tutti i provini delle prove meccaniche previste
A.9.3.10	Resistenza a compressione (UNI EN 12390/3) su cubi lato 15cm (20cm per Dmax> 40mm)	§ 4.3.1,§ 8.2.1, App. A UNI EN 206 § da 11.2.1 a 11.2.6 NTC Par. 11.6 -- ACCETTAZIONE E CONTROLLI	Variabile con la fase di controllo			
	Rcm 2-7-14gg o altre su specifica richiesta per curva resistenza nel tempo			X	Rcm = Rcm-preq. ±10% (solo su una miscela delle tre)	Se previste, secondo frequenze specifico progetto
	Rck a 28gg			Rimin≥Rck Rcm≥Rck + k (k= 2*sqm =	Rcm = Rcm-preq. ±10%	Prove e frequenze secondo NTC(vedi nota ***) Per cls non

				6-12, 12 se n.d.)		strutturale 1 prelievo (2 cubetti)/ 500 mc di getto
A 9.4	Verifiche prestazioni aggiuntive § 3.12 NTC sez. 2 -CSA	Errore: sorgente del riferimento non trovata e § Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. Par. 11.6 - - ACCETTAZIONE E CONTROLLI	Prove raccomandabili a seconda delle varie tipologie di cls indicate in Errore: sorgente del riferimento non trovata o al par. 11.6 - - ACCETTAZIONE E CONTROLLI. - cls speciali o per specifiche prescrizioni di progetto			
A 9.4.1	Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390/6)	Par 11.13.3.11.1 - - Resistenza a trazione indiretta	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.2	Resistenza a flessione (UNI EN 12390-5)	Par. 11.13.3.11.2 - - Resistenza a flessione	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.3	Resistenza a flessione e duttilità cls fi- brorinforzati (UNI EN 12390- 5 UNI 11039)	§ Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. E par. 11.13.3.11.2 - - Resistenza a flessione	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista		(sempre per cls fibrorinforzati par. 11.6.2.1 - - Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi)	Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.4	Modulo elastico dinamico e statico (UNI EN	Par. 11.13.3.11.3 - 11.13.3.11.3 - - Modulo	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto

	12504/4, EN 12390-13)					
A 9.4.5	Deformazione viscosa	Par. 11.13.3.11. 4 - - Deformazione viscosa	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.6	Ritiro idraulico libero (UNI EN 12390-16)	Par. 11.13.3.11. 5 - - Ritiro idraulico libero	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista		(sempre per cls a ritiro ridotto con SRA)	Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.7	Ritiro idraulico/ espansione contrastata (UNI 8148 met. B)	Par 11.13.3.11. 6 - - Espansione contrastata	A seconda del sistema espansivo utilizzato, dosaggi e valori a breve termine da verificare in modo da ottenere un'espansione residua a 90gg ≥ 0 µm/m		(sempre per cls a ritiro compens. par. 11.6.2.1 - - Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi)	Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.8	Profondità di penetrazione all'acqua: (UNI EN 12390/8)	Par 11.13.3.11. 7 - - Profondità di penetrazione all'acqua §4.9 LL.GG. messa in opera cls strutturale (STC) CNR-DT 204/2006	Per le varie classi esp.: valore max ≤ 50 mm valore medio ≤ 20 mm			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.9	Gradiente termico	Par. 11.13.3.11. 8 - - Gra-	Per calcestruzzi destinati a getti massivi § 11.7.3.2 - - Get-			Secondo prescrizioni specifico progetto

		diente e ritiro termico e par. 11.7.3.2 - - Getto del calcestruzzo	to del calcestruzzo o in condizioni ambientali con elevato gradiente termico.			con termocoppie posizionate su elementi strutturali critici
A 9.4.10	Resistenza ai cicli di gelo disgelo (UNI CEN/TS 12390-9)	Nota a)prosp. F1 UNI EN 206 prosp. 5 UNI 11104	Per calcestruzzi in classi XF: prova non necessaria qualora vengano soddisfatti i requisiti di aria inglobata di cui al p.to A.9.3.8.			
A 9.5	**Verifiche calcestruzzo in opera**	Par. 11.6.3 - - Controlli in corso d'opera § 11.2.6 NTC e § C.11.2.6 Circ. esplic.			In casi specifici possono essere prescritte delle verifiche su getti di prova che simulino le reali condizioni di getto	Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, in caso di dubbio sulla efficacia della compattazione e stagionatura adottata o in generale in caso di dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo messo in opera ai valori di resistenza prescritti
A.9.4.1	Grado di compattazione cls in opera (UNI EN 12390/7)	Par. 11.13.3.9 - - Grado di compattazione	valutato su media 2 di carote s.s.a. rispetto a media provini stagionati UR>95% o in acqua del corrispondente			Con frequenza previste da progetto o in caso di dubbio

			getto. Mv cls in opera/ Mv provini ≥ 0,97			
A.9.4.2	MisuraRc su carote (UNI EN 12504/1 UNI EN 12390/3)	§ 11.2.6 NTC e § C.11.2.6 Circ. esplic. LL.GG. messa in opera cls strutturale (STC) UNI EN 13791	Valutazione R_{ck}-strutt. ≥ 0,85 R_{ck}-prog.			Almeno 3 carote ogni 300mq per piano e per tipo di calcestruzzo Con N° carote ≥15, $f_{ckstrutt}$ = min tra $f_{cmstrutt}$-4 $f_{cmstrutt}$+ 1,48 s.q.m. Per N° carote <15, fckstrutt = min tra fcmstrutt-4
A.9.4.3	Indagini ultrasoniche (UNI EN 12504/4)		Valutazione comparativa disomogeneità calcestruzzo; Valutazione Rck-strutt. ≥ 0,85 Rck-prog. (solo previa taratura della prova su almeno 3 punti di carotaggio e preferi- bilmente in combi- nazione con misura ultrasoniche secon- do metodo SON-REB)			
A.9.4.4	Indagini sclerometriche (UNI EN 12504/4)					
A.9.4.4	Estrazione tasselli post-inseriti, Pull-out (UNI EN 12504/3)		Valutazione comparativa disomogeneità calcestruzzo; Valutazione R_{ck}-strutt. ≥ 0,85 Rck-prog. (solo previa taratura della prova su almeno 3 punti di carotaggio)			$f_{cmstrutt}$+ K con K=5 per 10-14 carote K=6 per 7-9 carote K=7 per 3-6 carote Per passare dai valori cilindrici di f_{ck} (h/2=2) a quelli cubici di R_{ck} (h/d=1), i valori delle formule sopraripor tati vanno divisi per 0,83. Per raggiungere il numero di minimo di risultati ne-

						cessari per l'applicazione delle varie formule, possono essere sostituite al massimo la metà dei carotaggi con almeno il tri- plo delle mi- sure non di- struttive tara- te sulle rimanenti misure dirette (non meno di 3 in ogni caso)

*Prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001. Seguendo le indicazioni previste nell'appendice A dalla UNI EN 206 relativamente alle prove iniziali, la valutazione della classe di consistenza e della resistenza media a compressione alle varie stagionature previste (media di 3 provini su ogni stagionatura) dovrà essere ripetuta su tre diversi impasti.
Nel caso di impianti di calcestruzzo in possesso di certificazione FPC , le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle di prequalifica effettuate presso i laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. La certificazione da parte di questi ultimi laboratori rimane comunque obbligatoria nel caso di utilizzo di aggregati riciclati o di produzione di calcestruzzi speciali di cui al § 11.2.2.1 - - Calcestruzzi speciali se non rientranti nell'ordinaria produzione dell'impianto. In ogni caso dovrà essere fornito un Dossier di prequalifica contenete le informazioni di cui al § 11.6.2.1 - - Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi del CSA.
**Prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 sulla ripetizione di tre miscele consecutive. La verifica sarà completa su una miscela mentre sulle altre due ripetizioni sarà limitata solo alla verifica delle proprietà principali segnalate in tabella.
*** Prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001. La verifica della classe di resistenza a compressione a 28gg sarà eseguita secondo il numero e la tipologia dei controlli conforme alle due tipologie previste al § 11.2.5 delle NTC:

- tipo A (solo per getti di miscela omogenea inferiori ai 1500 m^3) su serie di 3 prelievi di coppie di provini (6 provini): $R_{cm} > R_{ckprog} + 3.5$ (N/mm^2); $R_{cmin} > R_{ckprog} - 3.5$ (N/mm^2)
- tipo B su serie di 15 prelievi di coppie di provini (30 provini):$R_{cm} > R_{ckprog} + 1{,}48 * s.q.m.$; $R_{cmin} > R_{ckprog} - 3.5$ (N/mm^2).

Per entrambi i tipi di controlli, oltre al numero minimo di prelievi, comunque un prelievo ogni 100mc e ogni giorno di getto della stessa ricetta di cls.
Nel caso di numero di prelievi superiori a 3 o 15 rispettivamente per il controllo di tipo A e di tipo B, il controllo di accettazione si intende eseguito sull'ultima serie consecutiva di 3 o 15 prelievi.

CAPO - 12 - Opere d'arte minori Opere accessorie di difesa del corpo stradale

Indice generale

CAPO - 1 - IT.PRL.05.19 - Rev. 1.0 - Opere d'arte minori Opere accessorie di difesa del corpo stradale 1
1.1 - PREMESSA 3
1.2 - CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE 4
1.2.1 - OPERE DI PROTEZIONE DEL CORPO STRADALE DALLA CADUTA MASSI 4
1.2.1.1 - Ispezione delle pareti rocciose e Disgaggio 4
1.2.1.2 - Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario 4
1.2.1.3 - Sistemi di rivestimento delle pareti e scarpate 4
1.2.1.3.1 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica 5
1.2.1.3.2 - Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio 5
1.2.1.3.3 - Realizzazione del reticolo di contenimento in fune 5
1.2.1.3.4 - Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili 5
1.2.1.3.5 - Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato 6
1.2.1.4 - Barriere paramassi ad assorbimento di energia 6
1.2.1.5 - Sistema di ancoraggi 6
1.2.1.6 - Rilevati per il contenimento dei massi 7
1.2.1.6.1 - Rilevati propriamente detti 7
1.2.1.6.2 - Rilevati in terra rinforzata 7
1.2.1.6.3 - Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi 7
1.2.2 - GABBIONATE 7
1.2.2.1 - Gabbioni metallici 7
1.2.3 - OPERE DI SOSTEGNO 8
1.2.3.1 - Opere di sostegno a gravità 8
1.2.3.1.1 - Muri in muratura 8
1.2.3.1.2 - Muri in gabbioni 8
1.2.3.1.3 - Muri cellulari o a cassone 8
1.2.3.1.4 - Strutture di contenimento in elementi scatolari prefabbricati 9
1.2.3.2 - Opere di sostegno in c.a 9
1.2.3.2.1 - Muri a mensola 9
1.2.3.2.2 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.v 9
1.2.3.3 - Opera di sostegno in terra rinforzata 9
1.2.3.3.1 - Struttura di sostegno in terra rinforzata in materiale sintetico e con rete in acciaio con paramento rinverdibile 9
1.2.3.3.2 - Struttura di sostegno in terra rinforzata con paramento in pannelli prefabbricati in cls o paramento rinverdibile 10
1.2.4 - OPERE DI DIFESA SPONDALE 11
1.2.4.1 - Prismi in conglomerato cementizio 11
1.2.4.2 - Massi di roccia 11
1.2.4.3 - Materassi in pietrame 11
1.2.4.4 - Soglie di fondo 11
1.2.5 - MANUFATTI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAL CORPO STRADALE 12
1.2.5.1 - Tubazioni 12
1.2.5.1.1 - Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato 12
1.2.5.1.2 - Tubazioni in grès 12
1.2.5.1.3 - Tubazioni in PVC rigido 12

1.2.5.1.4 - Tubazioni in polietilene (PEAD) corrugate 13
1.2.5.1.5 - Tubazioni in polipropilene corrugate 13
1.2.5.1.6 - Tubazioni in polietilene (PE) spiralato con profili metallici 13
1.2.5.1.7 - Tubazioni in polietilene (PEAD) spiralato 13
1.2.5.2 - Pozzetti e chiusini 13
1.2.5.3 - Canalette 13
1.2.5.3.1 - Canalette in acciaio 14
1.2.5.3.2 - Canalette ad embrici 14
1.2.5.4 - Rivestimenti per cunette e fossi di guardia 14
1.2.5.4.1 - Rivestimenti con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato 14
1.2.5.4.2 - Rivestimenti in conglomerato cementizio gettato in opera 14
1.2.5.4.3 - Rivestimenti in muratura di pietrame 14
1.2.5.5 - Cordonature 14
1.2.6 - MANUFATTI LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA 15
1.2.6.1 - Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a piastre multiple 15
1.2.6.2 - Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a giunzione continua perforati 16
1.3 - ACCETTAZIONE E CONTROLLI 16
1.3.1 - Opere di protezione del corpo stradale dalla caduta massi 17
1.3.1.1 - Disgaggi e demolizioni di massi e volumi di roccia pericolosi 17
1.3.1.2 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica 17
1.3.1.3 - Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio e realizzazione del reticolo di contenimento in fune 18
1.3.1.4 - Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato 18
1.3.1.5 - Barriere paramassi 18
1.3.1.6 - Rilevati per il contenimento dei massi 19
1.3.1.6.1 - Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi 19
1.3.1.6.2 - Geogriglie in fibra sintetica 19
1.3.2 - Gabbionate 19
1.3.3 - Muri di sostegno 20
1.3.3.1 - Muri di sostegno in muratura 20
1.3.3.2 - Muri di sostegno in calcestruzzo 20
1.3.3.3 - Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. e c.a.p.) 20
1.3.3.4 - Opere di sostegno in terra rinforzata 20
1.3.4 - Opere di difesa spondale 21
1.3.4.1 - Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento 21
1.3.4.1.1 - Prismi in conglomerato cementizio 21
1.3.5 - Manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale 22
1.3.5.1 - Tubazioni 22
1.3.5.2 - Cunette 22
1.3.6 - Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata 22
1.3.7 - Laboratori accreditati 23
1.4 - MODALITÀ DI ESECUZIONE 23
1.4.1 - Disgaggio 23
1.4.2 - Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario 24
1.4.2.1 - Demolizioni con l'impiego di attrezzature idrauliche 24
1.4.2.2 - Demolizioni con l'impiego di agenti chimici non esplodenti 24
1.4.2.3 - Demolizioni con l'impiego di esplosivi 25
1.4.3 - Perforazione 25
1.4.4 - Sistemi di rivestimento delle scarpate 26
1.4.4.1 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica 26
1.4.4.2 - Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio

. 26
1.4.4.3 - Realizzazione del reticolo di contenimento in fune 27
1.4.4.4 - Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili 27
1.4.4.5 - Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato 28
1.4.5 - Barriere di contenimento massi 29
1.4.5.1 - Rilevati per il contenimento dei massi 29
1.4.5.1.1 - Modalità di costruzione del rilevato 29
1.4.5.1.2 - Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi Geogriglie in fibra sintetica 29
1.4.6 - Gabbionate 29
1.4.7 - Opere di sostegno 30
1.4.7.1 - Muri in gabbioni 30
1.4.7.2 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.v 30
1.4.7.3 - In terra rinforzata 30
1.4.7.4 - Strutture di sostegno a scomparti cellulari 30
1.4.7.5 - Strutture di contenimento in elementi scatolari 31
1.4.8 - Opere di difesa spondale 31
1.4.8.1 - Prismi in conglomerato cementizio 31
1.4.8.2 - Massi di roccia 31
1.4.8.3 - Materassi in pietrame 31
1.4.8.4 - Soglie di fondo 32
1.4.9 - Manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale 32
1.4.9.1 - Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato 32
1.4.9.2 - Tubazioni in gres ceramico 32
1.4.9.3 - Tubazioni in PVC rigido 32
1.4.10 - Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata 33
1.4.11 - Canalette 34
1.4.11.1 - Canalette ad embrici 34
1.4.12 - Cunette 34
1.4.12.1 - Rivestimenti con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato 34
1.4.12.2 - Rivestimenti in muratura di pietrame 34
1.4.13 - Cordonature 34
1.5 - MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE 34
1.5.1.1 - Criteri di misura 35
1.5.1.1.1 - Gabbioni 35
1.5.1.1.2 - Materassi metallici 35
1.5.1.1.3 - Scogliere per le difese spondali 35
1.5.1.1.4 - Canalette ad embrice 35
1.5.1.1.5 - Mantellate di rivestimento 35
1.5.1.1.6 - Rivestimento di cunette e fossi di guardia 35
1.5.1.1.7 - Manufatti tubolari per tombini e sottopassi 35
1.5.1.1.8 - Muri di sostegno costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso 35
1.5.1.1.9 - Muri di sostegno a scomparti cellulari in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato 36
1.5.1.1.10 - Muri di sostegno costituiti da elementi scatolari prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato 36
1.6 - NON CONFORMITÀ E SANZIONI 36
1.7 - COLLAUDO 37
1.8 - APPENDICE 37
1.8.1 - NORMATIVE E RIFERIMENTI 38

12.1 - PREMESSA

Il presente Capitolato è relativo alle opere di difesa e di sostegno del corpo stradale che vengono di seguito elencate:

- opere di protezione dalla caduta massi (rilevati e barriere paramassi);
- gabbionate;
- opere di sostegno;
- opere di difesa spondale;
- manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale;
- manufatti in lamiera d'acciaio ondulata

Tale Capitolato Speciale specifica i requisiti, le caratteristiche prestazionali, le modalità di accettazione e di controllo dei materiali che compongono le opere di difesa e di sostegno del corpo stradale da realizzare lungo le infrastrutture stradali della rete di competenza della Provincia di Savona Le tipologie di materiali e strutture elencati costituiscono l'insieme delle soluzioni tecniche che la Provincia di Savona considera tecnicamente adeguate ed economicamente convenienti allo scopo.
Questo implica che soluzioni alternative o innovative, sono considerate ammissibili solo quando sia dimostrabile e garantibile la parità o la superiorità ai requisiti prestazionali oltre specificati e/o la convenienza economica per la Provincia di Savona, nell'adozione del sistema innovativo.

12.2 - CLASSIFICAZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE

12.2.1 - OPERE DI PROTEZIONE DEL CORPO STRADALE DALLA CADUTA MASSI

12.2.1.1 - Ispezione delle pareti rocciose e Disgaggio

- E.03.003 Perlustrazione, disgaggio e bonifica di scarpate e pendici rocciose
- E.03.005 Esplorazione di pareti rocciose ed abbattimento di volumi di roccia

Tale lavorazione, eseguita da personale specializzato rocciatore provvisto di attrezzatura adeguata, nonché dei requisiti di legge richiesti, consiste nell'abbattimento sistematico dei volumi rocciosi pericolanti e/o in equilibrio precario e nell'eventuale taglio delle piante e delle ceppaie, nonché nell'eventuale asportazione di coltri di detrito sciolto.
Prima della realizzazione degli interventi di protezione del corpo stradale, il versante dovrà essere accuratamente ispezionato, allo scopo di poter effettuare sia un rilevamento di dettaglio dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso interessato, che l'accertamento della presenza e della disposizione di masse instabili.

12.2.1.2 - Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario

- E.03.007 Demolizione di spuntone o placche di roccia dura

Tale lavorazione che consiste nella demolizione e nell'abbattimento di elementi di roccia in equilibrio precario potrà essere eseguite tramite:

- attrezzature idrauliche
- impiego di agenti chimici non esplodenti
- cartucce pirotecniche per uso tecnico classificate P2
- impiego di esplosivo

12.2.1.3 - Sistemi di rivestimento delle pareti e scarpate

Le caratteristiche tecniche dei prodotti finiti che comportano impiego di rete metallica a doppia o semplice torsione debbono, in generale, fare riferimento a quelle del materiale di base (filo metallico), a quelle della rete che ne deriva ed a quelle dei materiali ad essa associati (pietrame e terra di interposizione e rinfianco; elementi di cucitura e collegamento; chiodature ed ancoraggi, ecc.) nonché a quelle al manufatto nel suo insieme.
Il rivestimento di pareti e scarpate, in relazione alle caratteristiche dell'ammasso roccioso, potrà
essere realizzato con:

- Rotoli in rete in filo d'acciaio a doppia torsione;
- Rotoli in rete in filo d'acciaio a doppia torsione rinforzata in funi;
- Pannelli di rete in fune in acciaio;
- teli in rete metallica a semplice torsione.

Caratteristiche tecniche
Il filo di acciaio impiegato per la costruzioni delle reti deve essere:

- del tipo a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN ISO 16120-2.

- Il filo deve avere al momento della produzione una resistenza a trazione compresa fra i 350 ed i 550 N/mm2 ed un allungamento minimo a rottura superiore o uguale al 10%.
- Per le tolleranze ammesse sui valori del diametro del filo, per i limiti di ovalizzazione ed altre caratteristiche tecniche si fa riferimento alle indicazioni della UNI-EN 10218-2.

La protezione del filo in acciaio dalla corrosione è affidata ad un rivestimento appartenente ai seguenti consolidati tipi:

- Rivestimento con leghe di zinco-alluminio Zn95Al5 oppure Zn90Al10
- Rivestimenti in materiali polimerici.

Per lo spessore minimo di rivestimento si fa riferimento alla norma UNI EN 10244-2 ed alle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 riportate al par. 12.8 - - APPENDICE.
Per le caratteristiche geometriche della rete metallica a doppia torsione, la denominazione della maglia tipo, le dimensioni e le relative tolleranze, si può fare riferimento alle specifiche della norma UNI EN 10223-3 e quanto riportato nelle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 ed allegate al par. 12.8 - - APPENDICE.

12.2.1.3.1 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

- E.03.027 Rafforzamento corticale di pendice rocciosa
- E.03.026 Rivestimento di scarpate e pareti con rete metallica

Caratteristiche tecniche
Rete metallica a doppia torsione, realizzata secondo le indicazioni progettuali in conformità alle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 ed allegate in appendice
La rete metallica sarà bloccata:

- in sommità e al piede della scarpata mediante la stesura, attraverso le asole degli ancoraggi, di fune d'acciaio zincato di diametro Ø ≥ 12 mm e carico di rottura ≥ 90,7 kN (riferimenti tecnici e normativi vedi il par. 12.8 - - APPENDICE - punto 1) Il Reticolo di contenimento a forma romboidale, con dimensioni massime (base) x (altezza) 3,0 m x 6,0 m e comunque in grado di permettere la migliore aderenza possibile della rete alla parete rocciosa, deve essere realizzato con funi d'acciaio Ø ≥ 16 mm e carico di rottura ≥ 161 kN e funi d'acciaio di diametro Ø ≥ 12 mm e carico di rottura ≥ 90,7 kN;

NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

12.2.1.3.2 - Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio

- E.03.033 Pannelli di rete in fune per rivestimento di pareti rocciose
- E.03.040 Realizzazione di ancoraggi passivi idonei al consolidamento di volumi rocciosi con barre di acciaio classe B450C
- E.03.035 Formazione del reticolo di contenimento

Caratteristiche tecniche
Il pannello di rete metallica è formato da funi realizzate con un unico trefolo di diametro Ø ≥ 8,0 mm, e carico di rottura del trefolo ≥ 40.6 kN , conformato in maglie romboidali o anelli di area massima 1600 cm2.
(riferimenti tecnici e normativi vedi il par. 12.8 - - APPENDICE - punto 1) Struttura di rinforzo costituita da reticolo di contenimento costituito da funi d'acciaio Ø ≥ 16 mm e carico di rottura ≥ 161 kN. in sommità e Ø ≥ 12 **mm** e carico di rottura ≥ 90,7 kN **tutte le altre**
NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

12.2.1.3.3 - Realizzazione del reticolo di contenimento in fune

- E.03.035 Formazione del reticolo di contenimento Caratteristiche tecniche

Reticolo di contenimento a forma romboidale con dimensioni massime (base) x (altezza) 3,0 m x 6,0 m e comunque in grado di permettere la migliore aderenza possibile della rete alla parete rocciosa, realizzato con funi d'acciaio Ø ≥ 16 mm e carico di rottura ≥ 161 kN e funi d'acciaio di diametro Ø ≥ 12 mm e carico di rottura ≥ 90,7 kN;
NOTA Tutte le parti metalliche esposte dovranno essere protette con vernici epossidiche o zincatura a caldo (UNI ISO 2232) o elettrolitica (quest'ultima obbligatoria per i morsetti).

12.2.1.3.4 - Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili

- E.3.030 Rete con resistenza a trazione longitudinale 50 ≤ kN/m < 100

- E.3.031 Rete con resistenza a trazione longitudinale 100 ≤ kN/m < 150
- E.3.032 Rete con resistenza a trazione longitudinale kN/m ≥ 150

Caratteristiche tecniche
I rivestimenti delle scarpate in roccia o in terra saranno realizzati mediante rete metallica, realizzate con differenti caratteristiche costruttive e comunque tensionabili (in filo d'acciaio a singola torsione, geocomposito in filo e fune d'acciaio, ecc), posizionata in parete di qualsiasi altezza con l'ausilio di rocciatori, attrezzatura idonea e mezzi meccanici, Il cerchio inscritto nella maglia costitutiva della rete non dovrà essere maggiore di 80 mm (con una tolleranza max di + 10 mm). La rete, provvista di certificazione CE, sarà caratterizzata da una resistenza a punzonamento e deformazione massima dichiarata e documentata, testata in accordo a UNI 11437
La galvanizzazione dovrà essere in lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%), conforme alla EN 10244, con grammatura non inferiore alla classe A della EN 10244.

12.2.1.3.5 - Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato

Per quanto riguarda le caratteristiche dei calcestruzzi proiettati, dovranno essere rispettate le indicazioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p." della Provincia di Savona, al quale si rimanda.

12.2.1.4 - Barriere paramassi ad assorbimento di energia

- G.04.015 Fornitura e posa in opera di barriera paramassi con assorbimento di energia in conformità alla norma ETAG 027

Caratteristiche tecniche:
I sistemi o barriere paramassi ad assorbimento di energia dovranno essere forniti marcati CE in accordo con ETAG 027 e prodotti in regime di qualità ISO 9001.
La certificazione deve contenere esito di prove in vera grandezza "crash test", effettuate da laboratorio indipendente accreditato presso EOTA e che esegua le prove in conformità alla Linea Guida di Benestare Tecnico Europeo ETAG 027.
La barriera paramassi dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche prestazionali riportate nellaErrore: sorgente del riferimento non trovata.

- Classe energetica con assorbimento energetico ≥ MEL kJ
- Categoria non inferiore a CAT A di cui al punto 2.4.3.2. della ETAG 027 (altezza residua >= 50% dopo impatto alla massima energia

L'altezza della barriera, adeguata all'altezza di intercettazione richiesta, e comunque superiore o uguale a H metri (vedi seguente Tabella 1) è da intendersi quella riportata nel rapporto di prova e nel manuale di installazione tenuto conto dei limiti di tolleranza di cui al punto 4.3 della ETAG 027.
Tabella 1: Prestazioni delle barriere con assorbimento di energia secondo ETAG 027/2013

Classe energetica	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
SEL Kj	-	85	170	330	500	660	1000	1500	>1500
MEL Kj ≥	100	250	500	1000	1500	2000	3000	4500	>4500
Categoria h residua	≥ A	≥ A	≥ A	≥ A	≥ A	≥ A	≥ A	≥ A	>A

NOTA La struttura dovrà impiegare materiali nuovi e di primo impiego ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative UNI EN 10025 (montanti in acciaio), UNI ISO 2408 (funi d'acciaio), UNI EN 10244-2 (zincatura fili e funi), UNI 1461 (zincatura carpenteria metallica), nonché dalla dichiarazione CE.

12.2.1.5 - Sistema di ancoraggi

- E.03.040 Realizzazione di ancoraggi passivi idonei al consolidamento di volumi rocciosi con barre di acciaio classe b450c
- E.03.041 Chiodature per ancoraggio del reticolo di contenimento
- E.03.042 Bullonatura di consolidamento in parete a qualsiasi altezza
- G.04.027 Formazione di ancoraggi d'attacco della barriera paramassi in pannelli di rete in fune

Gli ancoraggi dovranno essere realizzati con:

- barre in acciaio, con diametro Ø ≥ 24 mm secondo EN 10080, con caratteristiche non inferiori al tipo B450C.

(riferimenti tecnici e normativi vedi il par. 12.8 - - APPENDICE - punto 2)

- barra in acciaio con resistenza minima caratteristica allo snervamento di 500 N/mmq e a rottura di 550 N/mmq del diametro minimo di 25 mm, iniezione di sigillatura con malta cementizia dosata a 250 kg/mc di impasto e piastra di ancoraggio delle dimensioni mim. di cm15x15 cm sp.1,0 cm o golfaro;
- barre di acciaio tipo Diwidag pretensionate a 5 tonn. min, di diametro compreso tra Ø=24 mm e Ø=28 mm, dotate di testa espansiva di pretensionamento, iniezione cementizia o con resina bicomponente, piastre di bloccaggio, dado e quant'altro occorra per dare il lavoro finito;
- doppia fune spiroidale in fili d'acciaio marcata CE, galvanizzati con Zinco secondo la Classe A in conformità a UNI EN 10244-2, formante sull'estremo esterno un asola, diametro Ø ≥ 16 mm e carico di rottura a trazione assiale d'ancoraggio ≥ 400 kN, (riferimenti tecnici e normativi vediil par. 12.8 - - APPENDICE - punto 4)

La scelta della tipologia e il dimensionamento degli ancoraggi e delle eventuali funi costituenti il reticolo di contenimento, dovrà essere oggetto di studio dettagliato in rapporto alla situazione sito specifica e documentato in una relazione tecnica.
La realizzazione e l'installazione degli ancoraggi e funi d'acciaio, può comprendere anche l'inserimento di piastre di ripartizione. Per tutte le lavorazioni può essere concesso l'utilizzo di elicottero.

12.2.1.6 - Rilevati per il contenimento dei massi

12.2.1.6.1 - Rilevati propriamente detti

I rilevati propriamente detti saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e secondo le indicazioni riportate nel Capitolato ANAS specifico "Movimenti di Terra".

12.2.1.6.2 - Rilevati in terra rinforzata

- E.01.045 Strutture di sostegno in terra rinforzata con paramento rinverdibile ed armature di rinforzo sintetiche

I rilevati in terra rinforzata sono intesi come tutte quelle strutture in terra all'interno delle quali siano inseriti elementi prevalentemente resistenti a trazione (rinforzi). Gli stessi saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e secondo le indicazioni riportate nel Capitolato ANAS specifico "Movimenti di Terra".

12.2.1.6.3 - Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi

- E.01.040 Fornitura e posa in opera di geogriglia con marcatura CE Caratteristiche tecniche

Per il rinforzo dei rilevati da realizzare come valli paramassi, potranno essere utilizzate le geogriglie, ovvero altra tipologia opportunamente testata e validata, definite dal progettista ed accettato dalla Direzione Lavori.
Le geogriglie, dotate di marcatura CE, realizzate in fibre di poliestere o polietilene o polipropilene
e altro, proveniente da aziende qualificate e certificate, devono essere resistenti o protette ai raggi UV.
La resistenza massima a trazione, secondo la norma EN ISO 10319, dovrà essere non inferiore ai valori di seguito riportati per le varie classi di altezza:

- da 45 a 60 kN/m per altezze fino a 3 m;
- da 45 a 90 kN/m per altezze comprese da oltre 3 m fino a 6 m;
- da 45 a 120 kN/m per altezze comprese da 6 m fino a 9 m;
- da 45 a 160 kN/m per altezze oltre i 9 m

Le geogriglie dovranno rispettare le prescrizioni indicate nel NTC 2018.

12.2.2 - GABBIONATE

12.2.2.1 - Gabbioni metallici

- E.01.027 Gabbioni in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10
- E.01.025 Gabbioni cilindrici (a sacco)

Caratteristiche tecniche
I gabbioni metallici devono essere marcati CE in accordo con il Regolamento UE n.305/2011, dovranno avere forma prismatica ed essere in:
rete metallica a doppia torsione, con maglia esagonale, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 e UNI-EN 10218, in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n. 69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013.
Il rivestimento del filo per la protezione dalla corrosione sarà in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di

idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n. 69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013, e specificatamente:

- con leghe di zinco-alluminio Zn95Al5 oppure Zn90Al10
- in materiali polimerici che costituiscono una protezione aggiuntiva ed integrativa da adottare in ambienti fortemente aggressivi e/o per opere di elevata vita nominale.

Il riempimento dei gabbioni e materassi è costituito da materiale litoide proveniente da cava (in conformità alla UNI EN – 13383-1) o da materiale d'alveo, non friabile né gelivo e quindi non deteriorabile dagli agenti atmosferici, di elevato peso specifico (≥ 22 kN/m3) e di pezzatura diversificata, in modo da minimizzare la presenza di vuoti, e superiore alla dimensione della maglia (≥ 1,5 D) in modo da non permettere alcuna fuoriuscita del riempimento, né in fase di posa in opera, né in esercizio.
Nel caso dei gabbioni cilindrici a sacco dovranno avere lunghezza L ≥ 2,00 m e diametro ≥ Ø 0,95 m.

12.2.3 - OPERE DI SOSTEGNO

Il comportamento dell'opera di sostegno, intesa come complesso strutture-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto interessati dall'opera, oltre che dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'opera, dei drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché delle modalità di esecuzione dell'opera e dell'eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di legge.
Le Opere di sostegno si dividono in:

5. Opere di sostegno a gravità (muri, gabbionate, muri cellulari, ecc)
6. Opere di sostegno in c.a. (muri a mensola, a contrafforti,ecc.)
7. Opere di sostegno in terra rinforzata

12.2.3.1 - Opere di sostegno a gravità

12.2.3.1.1 - Muri in muratura

Questa tipologia di muri di sostegno viene realizzata mediante l'impiego di muratura di pietrame a secco e/o di pietrame e malta.
Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera, si rimanda alle indicazioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Murature" di ANAS S.p.A..

12.2.3.1.2 - Muri in gabbioni

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni costituenti la gabbionata, parallelepipedi di rete metallica affiancati e appoggiati l'uno sopra l'altro, saranno saldamente collegati tra loro mediante legature con caratteristiche non inferiori a quanto riportato nel paragrafo 12.2.2 - - GABBIONATE sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità ai sensi del DM 14/01/2008.
Per quanto riguarda le caratteristiche dei gabbioni, si rimanda a quanto riportato nel precedente paragrafo 12.2.2 - - GABBIONATE ed alle indicazioni specifiche, compatibilmente a quelle delle maglie, allo scopo di ottenere una densità quanto più possibile uniforme.

12.2.3.1.3 - Muri cellulari o a cassone

Strutture di sostegno a scomparti cellulari

- B.08.035 Muri di sostegno cellulari con aste o contenitori in c.a.v.

Caratteristiche tecniche:
Le strutture di sostegno a scomparti cellulari, marcati CE, sono costituite da:
elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico ≥ 1,9 t/m^3.
Gli elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, di sagomatura come da progetto, dovranno avere Classe 35/45 ed armatura in barre di acciaio B450C.
La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto. Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare, tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno delle apposite vaschette (fioriere) riempite di terreno vegetale, in modo da favorire l'attecchimento di piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti nella struttura, in ragione di quattro piante per metro di vaschetta.
Muri di sostegno a gravità con elementi prefabbricati scatolari

- B.08.040 Muri di sostegno a elementi prefabbricati a cucchiaio

Caratteristiche tecniche:

Costituiti da elementi modulari scatolari prefabbricati in c.a.v. di Classe ≥ C35/45 autobloccanti, autodrenanti, con riempimento a tergo della muratura con misto di cava e quello dei "cucchiai" con idoneo terreno vegetale con relativa semina per il rinverdimento.

12.2.3.1.4 - Strutture di contenimento in elementi scatolari prefabbricati

- B.08.008 Strutture contenimento scarpate a elementi scatolari prefabbricati

Caratteristiche tecniche

Tali strutture di contenimento sono costituite da:

elementi scatolari in c.a.v. prefabbricati, disposti su file perfettamente orizzontali, tra loro intervallati in modo che le pareti degli elementi delle file sottostanti costituiscano appoggio per le pareti degli elementi delle file sovrapposte. L'arretramento di ciascuna fila rispetto a quella sottostante determinerà un paramento in vista inclinato di circa 70° rispetto all'orizzontale.

Gli elementi scatolari ed i relativi pezzi speciali in c.a.v., di forma, dimensioni e finitura come da progetto, dovranno avere Classe ≥ 28/35, ed essere armati con barre e/o rete elettrosaldata di acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento.

12.2.3.2 - Opere di sostegno in c.a.

12.2.3.2.1 - Muri a mensola

Si tratta di muri di sostegno realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato gettati in opera. Relativamente alle caratteristiche dei materiali costituenti l'opera, deve essere fatto riferimento alle indicazioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p." di ANAS S.p.A., al quale si rimanda.

12.2.3.2.2 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

- B.08.033 Muri di sostegno prefabbricati in c.a. RCK >40 N/mmq
- B.08.005 Sovrapprezzo ai muri prefabbricati per paramento in pietra o disegnato

Caratteristiche tecniche:

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati prodotti in serie in regime di marcatura CE, di classe C35/45, ed acciaio di armatura del tipo B450C, con spessore ai bordi ≥ 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati.

I pannelli dovranno essere disposti verticalmente o con scarpa secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello collegati alla platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Il collegamento alla platea di base potrà essere eseguito secondo le indicazioni progettuali. Nel caso in cui il collegamento venga realizzato mediante tiranti prefabbricati in c.a.v., lo stesso deve essere effettuato con la medesima classe di resistenza (in questo caso la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato).

12.2.3.3 - Opera di sostegno in terra rinforzata

12.2.3.3.1 - Struttura di sostegno in terra rinforzata in materiale sintetico e con rete in acciaio con paramento rinverdibile

- E.01.045 Strutture di sostegno in terra rinforzata con paramento rinverdibile ed armature di rinforzo sintetiche
- E.01.050 Strutture di sostegno in terra rinforzata con paramento rinverdibile ed armature di rinforzo a rete in acciaio

Caratteristiche tecniche:

La struttura di sostegno dovrà essere eseguita, secondo gli elaborati di progetto esecutivo della struttura, con la tecnologia dei terrapieni rinforzati in conformità alla norma EN14475, ed è costituita da terrapieno armato con 2 possibili tipologie di rinforzo:

- armature strutturali in geogriglie monorientate o fortemente orientate a marchio CE. Queste dovranno avere maglia rettangolare, quadrata o comunque di altra forma idonea all'impiego e alla tipologia di terreno, e dovranno essere in materiale sintetico di qualunque tipo (ad es.: fibre di poliestere o polietilene o polipropilene o aramide o polivinilalcool ecc) resistenti o protetti ai raggi u.v.
- rete metallica a doppia torsione in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego

e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n. 69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013. Il filo sarà ricoperto da un

rivestimento di materiale plastico che dovrà avere uno spessore nominale ≥ 0,5 mm ed in conformità a quanto indicato nelle norme EN14475.

Le armature (geogriglie o rete metallica) dovranno essere poste nel terreno in strati successivi con distanza tra i piani di posa rispettivamente non superiore a 60 cm e a 80 cm, in ogni caso secondo le prescrizioni progettuali, e dovranno essere connesse ad un paramento flessibile in rete metallica.

Nel caso di geogriglia ogni strato di rinforzo dovrà essere risvoltato esternamente la casseratura di almeno 1,50 m in prossimità del paramento, per evitarne lo sfilamento.

La resistenza di progetto delle geogriglie, al netto di tutti i fattori di sicurezza, dovrà essere calcolata e dimensionata attraverso una progettazione che tenga conto delle caratteristiche geometriche del manufatto, delle caratteristiche meccaniche dei terreni, dei carichi esterni agenti sul manufatto e delle sollecitazioni sismiche secondo la normativa vigente.

I livelli di sollecitazione e le caratteristiche meccaniche delle geogriglie dovranno essere certificate per una vita superiore a 120 anni.

Il terreno da impiegare dovrà essere appartenente ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3. Ogni strato di terreno dovrà essere compattato con appositi macchinari in modo da ottenere una densità non inferiore al 95 % dello AASHTO Mod.

Il paramento dovrà essere composto da pannelli in rete elettrosaldata con maglia non superiore a 15x15 cm e diametro Ø ≥ 8 mm, posti in opera con un sistema di irrigidimento (tiranti) idoneo a ottenere inclinazioni del paramento variabili a seconda delle esigenze progettuali, tra i 45° e gli 80°.

Il paramento sarà corredato in facciata, nella parte interna, di ritentore di fini in fibre vegetali e/o sintetiche idoneo ad accogliere l'idrosemina e ad assicurare una rapida crescita della vegetazione ed uno sviluppo in profondità delle radici.

Per consentire il rinverdimento della scarpata si dovrà inoltre prevedere la sistemazione di uno strato di terreno vegetale idoneo ad accogliere l'idrosemina lungo tutto il fronte e per uno spessore di circa 30 cm.

Tutte le ditte produttrici dei materiali impiegati dovranno essere in certificazione di sistema di qualità in conformità alle normative vigenti ISO-EN 9001.

12.2.3.3.2 - Struttura di sostegno in terra rinforzata con paramento in pannelli prefabbricati in cls o paramento rinverdibile

- E.01.055 Strutture di sostegno in terra rinforzata con paramento in pannelli prefabbricati in cls o rete metallica rinverdibile ed armature di rinforzo lineari o planari in acciaio o materiale sintetico

Caratteristiche tecniche

La struttura di sostegno dovrà essere eseguita, secondo gli elaborati di progetto esecutivo della struttura, con la tecnologia dei terrapieni rinforzati realizzata da un terrapieno con tre possibili tipologie di rinforzi:

- lineari in acciaio laminato e sagomato a caldo del tipo S355JO zincato a caldo con spessore min 70 µ;
- in fibre di poliestere ad alta tenacità o poletilene o polipropilene;
- in geogriglie monorientate o fortemente orientate strutturali in materiale sintetico - poliestere, polietilene, polipropilene, aramide, polivinilalcool - a marchio CE, resistenti o protetti ai raggi u.v., posti nel terreno in strati successivi e connessi ad un paramento flessibile in calcestruzzo o in rete metallica rinverdibile.

La tipologia di paramento potrà essere di due tipi:

- Costituito da pannelli prefabbricati in cls di spessore ≥ 14 cm, sagomati e disposti come da progetto, i quali dovranno avere Classe ≥ 28/35 con tutti gli angoli retti e armati secondo le esigenze progettuali con ferri ad aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento.
- Costituito da pannelli in rete elettrosaldata con maglia non superiore a 15x15 cm e diametro Ø ≥ 8 mm, posti in opera con un sistema di irrigidimento (tiranti) idoneo a ottenere inclinazioni del paramento variabili a seconda delle esigenze progettuali, tra i 45° e gli 80°. In questo caso il paramento sarà corredato in facciata, nella parte interna, di ritentore di fini in fibre vegetali e/o sintetiche idoneo ad accogliere l'idrosemina e ad assicurare una rapida crescita della vegetazione ed uno sviluppo in profondità delle radici.

12.2.4 - OPERE DI DIFESA SPONDALE

Il tipo di rivestimento da utilizzare per proteggere dall'erosione le sponde, dipende dai materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente.

Per sponde inclinate e stabili la protezione potrà essere eseguita in scogliera, naturale o artificiale, a grossa pezzatura, gabbioni e/o materassi in pietrame.

Qualora, oltre alla protezione della sponda, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, paratie, prismi in conglomerato cementizio, palificate e muri di sponda.

12.2.4.1 - Prismi in conglomerato cementizio

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Classe Rck ≥ 25 MPa, in elementi di forma cubica delle dimensioni previste in progetto.

12.2.4.2 - Massi di roccia

- E.06.005 Massi naturali provenienti da cave
- E.06.002 Massi artificiali per formazione scogliere in conglomerato cementizio

Caratteristiche tecniche
I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, con peso di volume P ≥ 25 kN/m, peso specifico p ≥ 26 kN/m ed grado di compattezza C=P/p ≥ 0.95.
Vengono di seguito elencate le categorie di massi da utilizzare:

- Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg
- Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg
- Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg
- Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg
- Massi di V categoria: peso oltre i 4000 kg

La roccia costituente i massi non dovrà risultare geliva alla prova eseguita secondo le Norme del
R.D. 16 novembre 1939 - IVII n. 2232, relative all'accettazione delle pietre naturali da costruzione.

12.2.4.3 - Materassi in pietrame

- E.01.065 Materassi metallici tipo Reno o similari in opera Caratteristiche tecniche I

materassi in pietrame sono costituiti da:

- struttura metallica avente forma parallelepipeda, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni. La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" approvate dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n. 69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013.
- telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1 m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete, in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza 2 m < L < 3 m, lunghezza ed altezza secondo le indicazioni progettuali. In particolare, il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento ed il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base.

I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.
Per materassi lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati, il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4-0.6 mm.
La pezzatura del materiale di riempimento varierà tra 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete.
L'indice di porosità sarà contenuto tra 0,3 e 0,4. Non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico ≥ 20 KN/m3.

12.2.4.4 - Soglie di fondo

- E.06.001 Formazione di scogliere per argini o fondo di alvei di pietrame naturale

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inerodibile nell'alveo stesso.
Le soglie di fondo potranno essere realizzate con pietrame di grossa pezzatura o con platee in calcestruzzo o con gabbioni e/o materassi, le cui caratteristiche tecniche sono descritte nei rispettivi paragrafi .

12.2.5 - - DISPOSITIVI DI RITENUTA

12.2.5.1 - Prescrizioni generali

L"Appaltatore dovrà utilizzare barriere di sicurezza, terminali e attenuatori d"urto dotati di Marcatura CE e pertanto installabili ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/06/2011. Per gli altri dispositivi, non marcabili CE (transizioni, terminali semplici, terminali speciali, varchi apribili), l"Appaltatore dovrà utilizzare prodotti rispondenti ai requisiti fissati dal D.M. n°2367 del 21.6.2004.

L"Appaltatore prima di iniziare la produzione si obbliga a comunicare alla Committente l"elenco dei fornitori individuati ed a fornire nei tempi debiti tutta le certificazioni e documentazioni attestanti la qualità dei prodotti forniti in

termini di produzione ed installazione così come previsto da leggi e norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché dalle normative tecniche applicabili, secondo anche quanto di seguito dettagliato; ivi compresa la Dichiarazione con di cui all"art. 79, comma 17, del Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.

Laddove l"Appaltatore intenda utilizzare i dispositivi di sicurezza previsti in progetto sviluppati dalla Committente, dovrà rendere noto alla stessa, nel periodo compreso tra l"aggiudicazione e la stipula del contratto, il produttore di cui ha deciso di avvalersi, ai fini dell"eventuale inserimento del medesimo nel Certificato di Conformità CE laddove non risulti già inserito nell"Allegato 2 ai certificati di prestazione CE (nella disponibilità della Committente).
A tale scopo, detto produttore dovrà rendersi disponibile all"ispezione da parte dell""Organismo Notificato" che ha emesso i Certificati di Prestazione CE, ai fini dell"accertamento dell"operatività e della conformità del "Controllo di Produzione di Fabbrica" (FPC). In caso di esito negativo di tale accertamento, la Committente comunicherà all"Appaltatore le motivazioni che non hanno consentito di autorizzare il produttore da questi indicato e fornirà una lista di produttori, precedentemente certificati dal predetto "Organismo Notificato", tra cui l"Appaltatore dovrà scegliere.

L"appaltatore dovrà fornire, per ciascun tipo di DISPOSITIVO, la seguente documentazione: crash test report (compresi eventuali integrazioni e supplementi), filmati di crash, disegni costruttivi (di insieme e di dettaglio di tutte le parti del DISPOSITIVO), manuali di utilizzo ed installazione, certificati di prestazione CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5.

Per ciascun DISPOSITIVO non marcabile CE ma sottoposto a prove iniziali di tipo (crash test), quali Terminali Speciali e Dispositivi Amovibili per Varchi, l"Appaltatore dovrà fornire la seguente documentazione :
c Certificato di omologazione (ove disponibile), rilasciato dal Ministero delle Infrastrutture;
c Crash test report (compresi eventuali integrazioni e supplementi), filmati di crash, manuali di utilizzo ed installazione, disegni costruttivi (di insieme e di dettaglio di tutte le parti del DISPOSITIVO), manuali di utilizzo ed installazione ed ogni altro documento utilizzato per l"ottenimento dell"Omologa. La Committente si riserva di approvare la suddetta documentazione ed eventualmente di richiedere modifiche ed integrazioni ulteriori sulla base dell"analisi effettuata per rendere la soluzione proposta compatibile con le caratteristiche dell"infrastruttura. Transizioni, Terminali semplici e Cuspidi, dovranno essere realizzati in accordo ai disegni costruttivi allegati al presente progetto, eventuali modifiche dovranno essere sottoposte all"approvazione della Committente. Sarà onere della Appaltatore produrre e sottoporre all"approvazione della Committente, prima dell"avvio della produzione, i disegni costruttivi dei dispositivi complementari per i quali, nel progetto, è stato sviluppato il solo tipologico.

E" in facoltà dell"Appaltatore proporre alla Committente dispositivi di ritenuta equivalenti, alternativi rispetto a quelli previsti in progetto. Tali dispositivi equivalenti dovranno rispondere ai requisiti prestazionali indicati nel successivo paragrafo ed inoltre l"Appaltatore, dovrà fornire la documentazione di cui al successivo paragrafo. Detta documentazione dovrà essere oggetto di specifica approvazione da parte della Committente; in mancanza l"Appaltatore è obbligato ad avvalersi dei dispositivi previsti in progetto senza eccezione alcuna.

12.2.5.2 - Documentazione da presentare

Nel caso l"Appaltatore intenda utilizzare dispositivi equivalenti dovrà fornire la seguente documentazione:
a) dichiarazione di equivalenza dei dispositivi utilizzati come base di offerta, sotto il profilo della classe di contenimento e tutti gli elementi comprovanti il rispetto dei requisiti indicati al paragrafo successivo;
b) dichiarazione attestante che il dispositivo proposto non è stato oggetto di parere negativo di respingimento da parte del Ministero delle Infrastrutture e/o del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nell"ambito della normativa vigente in materia di omologazioni sino al 31/12/2010;
c) crash test report, filmati di crash, disegni costruttivi, manuali di utilizzo ed installazione, certificati di prestazione CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5 o eventuali certificati di omologazione (per dispositivi equivalenti soggetti ad omologa ai sensi del D.M. 2367/04 e non marcabili CE, con particolare riferimento ai dispositivi amovibili per varchi).
d) disegni costruttivi delle transizioni tra i dispositivi proposti e tra questi ultimi e le altre barriere previste in progetto o esistenti così come specificato all"interno degli elaborati di progetto;
e) disegni costruttivi degli elementi terminali e di avvio delle barriere equivalenti proposte;
f) dichiarazione nella quale l"Appaltatore conferma di aver preso visione dei luoghi dove i dispositivi verranno installati, di aver preso visione e verificato tutti i documenti progettuali e pertanto conferma la validità e completezza del progetto esecutivo, con particolare riferimento alle caratteristiche dei supporti, utilizzando dispositivi diversi da quelli previsti in progetto. Nel caso di dispositivi integrati la valutazione dovrà tenere conto

delle caratteristiche strutturali, in relazione alla totalità delle azioni agenti, ed acustiche. Se del caso, l"Appaltatore accluderà nella dichiarazione l"eventuale proposta di modifiche per garantire l"installazione all"interno dell"infrastruttura esistente. L'accettabilità di dette modifiche sarà poi oggetto di verifica da parte della Committente;

g) le modifiche necessarie ad adattare il progetto esecutivo aggiornato sulla base dei dispositivi proposti (se del caso).

12.2.5.3 - Criteri

La Committente verificherà la sussistenza dell"equivalenza dei dispositivi proposti sulla base dei requisiti tecnico- geometrici di seguito indicati e del comportamento dei dispositivi in sede crash desunto dall"analisi della documentazione di cui al precedente paragrafo.
Con riferimento al D.M. II.TT. 25/08/2004 le barriere previste devono garantire i seguenti livelli di contenimento:

Classe N1:	Contenimento minimo	Lc = 44 kJ
Classe N2:	Contenimento medio	Lc = 82 kJ
Classe H1:	Contenimento normale	Lc = 127 kJ
Classe H2:	Contenimento elevato	Lc = 288 kJ
Classe H3:	Contenimento elevatissimo	Lc = 463 kJ
Classe H4:	Contenimento per tratti ad elevatissimo rischio	Lc = 572 kJ
		Lc = 724 kJ '

Il livello di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza, così come definiti dalla norma UNI EN 1317 parti 1 e 2, dovranno essere comprovati con certificazioni di prove d'impatto al vero (crash-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000) e secondo le modalità previste dalla norma europea UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4. Gli istituti autorizzati ad eseguire tali prove sono: • il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni -Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.; • il Laboratorio L. I. E. R., .Laboratorie déssais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crèmiieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aeroport – Francia; • TUV BAYERN SACHSEN E. V. – Institut fur Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstraße, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca). Le barriere di sicurezza in acciaio per nuovo impianto verranno poste in opera, complete di terminali semplici come indicato nei rapporti di crash test, secondo le disposizioni della D.L. ed a norma del D.M. LL.PP. 18 febbraio 1992, n°223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", come modificato ed integrato dal D.M. 21/06/2004,
n. 2367. Il D.M. II.TT. 21/06/2004, che aggiorna le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le loro prove, recepisce le direttive europee e le norme UNI 1317-1/2/3/4. Negli elaborati di progetto vengono individuate le caratteristiche generali minime che dovranno possedere i prodotti installati, demandando alla cura ed all'onere dell'Appaltatore la verifica puntuale dei diversi dispositivi dei tipi commerciali forniti che dovranno essere adattati alle esigenze del cantiere.

L'Impresa appaltatrice dei lavori dovrà fornire barriere di sicurezza omologate ai sensi del D.M. 21.06.2004 o rispondenti alle norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4, acquisendo ai fini della verifica di rispondenza alle suddette norme, i rapporti di crash test rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo norme ISO EN 17025. Nell'installazione dei dispositivi di sicurezza, previo consenso della Direzione Lavori, sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei rapporti di crash-test, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada. La verifica della rispondenza del materiale che verrà fornito dall'Impresa appaltatrice dei lavori alle prescrizioni normative vigenti o future – in accordo con la citata Circolare A.N.A.S. - è demandata, in fase di realizzazione dell'opera, al Direttore dei Lavori. L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo). La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere qualunque altro elemento o prova che ritenesse necessario per meglio individuare il funzionamento della barriera nonché la facoltà di sottoporre i materiali a qualsiasi altra prova presso Laboratori Ufficiali. Nel caso che i materiali non dessero, alle prove, i requisiti richiesti, l'Impresa sarà tenuta ad allontanare i materiali approvvigionati ed eventualmente posti in opera sostituendoli con altri aventi requisiti fissati dalle presenti Norme Tecniche. Nulla spetterà all'Impresa per gli oneri sostenuti al riguardo. Dovrà inoltre essere resa dall'Impresa una dichiarazione di conformità d'installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'Impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione o nel

rapporto di prova. Tutte queste dichiarazioni, unitamente ad altre previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro, dovranno essere fornite al Direttore dei Lavori. Specificamente si prescrive che nella scelta dei tipi commerciali, l'Appaltatore fornisca – a parità di requisiti - barriere che siano state testate in condizioni analoghe a quelle di impiego. Limitatamente alle barriere classe H1 ed H2 si prescrive l'adozione di prodotti la cui altezza dal piano stradale sia inferiore o uguale a 1.00m, in modo da non impedire la visibilità tra l'utente (h occhio: 1,10 per il

D.M. 05/11/2001, 1,00 per i triangoli di visibilità sulle intersezioni) ed un altro veicolo (h 1,10 per il D.M. 05/11/2001) né in corrispondenza delle intersezioni né lungo lo sviluppo del tracciato.
La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori con congruo anticipo sulla posa in opera delle barriere.

Barriere per opere d'arte

L'impresa è obbligata alla redazione del progetto esecutivo delle barriere che, se montate su opera d'arte (ponti, viadotti, ecc.), dovrà contenere anche le verifiche di resistenza e stabilità relative al supporto su cui le stesse sono installate (soletta, cordolo, ecc.) secondo quanto richiesto dalla D.L. Le verifiche di cui sopra dovranno rispettare le disposizioni tecniche previste dalle nuove NTC 2008, art. 5.1.3.10 "Azioni sui parapetti. Urto di veicolo in svio: q8". Le barriere per opera d'arte saranno fissate ai cordoli del manufatto con sostegni su piastra saldata alla base e relativa contro piastra. In alternativa alla contropiastra di base potranno essere impiegati tirafondi, inghisati nelle opere in c.a. con malta reoplastica o resina poliestere. L'ancoraggio al manufatto dovrà comunque garantire il mantenimento dello stesso indice di severità (o livello di contenimento Lc) minimo per la barriera nel suo complesso. In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori. L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalla responsabilità ad esso derivanti per legge e per pattuizione di contratto restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

ATTENUATORI D'URTO
Sarà facoltà dell"Appaltatore avvalersi di dispositivi che dovranno rispettare i seguenti requisiti:
• classe di contenimento: come da progetto di installazione o superiore;
• tipo: redirettivo o non redirettivo come da progetto di installazione;
• ingombro longitudinale complessivo (compreso anche spazio di funzionamento a tergo rispetto alla cuspide): non superiore a quanto indicato nel progetto di installazione. Le dimensioni trasversali dell'attenuatore d'urto dovranno essere commisurate a quelle delle barriere in cuspide, individuando tra i diversi prodotti commerciali e tra le diverse tipologie di questi, che formano un sistema o famiglia (allargato, intermedio, parallelo), quelli a cui corrisponde una dimensione posteriore la più simile possibile alla larghezza della cuspide. La geometria ed il posizionamento della cuspide potranno essere variate, in relazione alla morfologia del sito e della geometria della rampa, per consentire l'installazione dell'attenuatore d'urto con una inclinazione massima compatibile con quella richiamata nel manuale di installazione e per contenere l'ingombro di questo all'interno della zona zebrata garantendo adeguati franchi laterali, nel rispetto di quanto precedentemente detto. Nel caso di impiego su viabilità/rampe bidirezionali, la larghezza massima dell'attenuatore d'urto dovrà comunque avere una larghezza non superiore a quella dell"elemento calandrato di collegamento tra le due barriere confluenti nella cuspide, tale per cui la sagoma posteriore di quest'ultimo non costituisca in alcun modo elemento di pericolo per i flussi transitanti in entrambi i sensi. Laddove previsto all"interno della documentazione tecnica del dispositivo, potrà essere valutato il collegamento dell"attenuatore con le lame delle barriere in cuspide non prevedendo quindi l'elemento calandrato. Se questa modalità è già prevista in progetto il collegamento dovrà essere obbligatoriamente replicato e quindi non saranno ritenuti equivalenti dispositivi che non consentano questa modalità di installazione.

TERMINALI SPECIALI Sarà facoltà dell"Appaltatore avvalersi di dispositivi che dovranno rispettare i seguenti requisiti:
c classe : come da progetto di installazione o superiore;
c testato secondo ENV1317-4 o prEN1317-7;
c ingombro longitudinale complessivo: non superiore a quanto indicato nel progetto di installazione;
c COLLEGAMENTO ALLE BARRIERE DI SICUREZZA: in linea generale il dispositivo dovrà essere stato testato in connessione con barriere di caratteristiche analoghe a quella di progetto per geometria ed altezza dell"elemento longitudinale. Saranno ammesse ad insindacabile giudizio della Committente soluzioni diverse solo a valle di presentazione di opportuna documentazione tecnica.

12.2.5.4 - Conformità dei dispositivi di ritenuta

Normativa di riferimento

Dispositivi di sicurezza stradali:

c DM Lavori Pubblici n. 223 del 18 febbraio 1992 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l"omologazione e l"impiego delle barriere di sicurezza" c DM Infrastrutture e Trasporti n.2367 del 21/06/2004 "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione l"omologazione e l"impiego dei dispositivi di sicurezza stradali"
c DM Infrastrutture e Trasporti del 28/06/2011 "Disposizioni sull"uso e l"installazione dei dispositivi di ritenuta stradale"
c UNI EN 1317-1 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova"
c UNI EN 1317-2 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari.
c UNI EN 1317-3 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto"
c UNI ENV 1317-4 "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza"
c UNI EN 1317-5 "Barriere di sicurezza stradali – Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli"

Acciaio:

c UNI EN 10025-1:2005 "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
c UNI EN 10025-2:2005 " Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali"
c UNI EN 10051:2011 "Nastri laminati a caldo in continuo e lamiere/fogli tagliati da nastri larghi di acciai non legati e legati - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma"
c UNI EN 10058:2004 "Barre di acciaio piane laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni " c UNI EN 10162:2006 "Profilati di acciaio laminati a freddo - Condizioni tecniche di fornitura - Tolleranze dimensionali e sulla sezione trasversale "
c UNI EN 10204:2005 "Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo
c UNI EN ISO 6892-1:2009 "Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente" (SOSTITUISCE LA UNI EN 10002-1:2004)
c UNI EN ISO 6507-1:2006 "Materiali metallici- Prova di durezza Vickers- Parte 1: Metodo di prova"
c UNI EN ISO 6507-4:2006 "Materiali metallici - Prova di durezza Vickers - Parte 4: Prospetto dei valori di durezza" c UNI EN 10168:2005 "Prodotti di acciaio - Documenti di controllo - Lista e descrizione delle informazioni"
c UNI EN 10223-4:2000 "Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Recinzioni in rete elettrosaldata"
c UNI EN 22768-1:1996 "Tolleranze generali. Tolleranze per dimensioni lineari ed angolari prive di indicazione di tolleranze specifiche"
c UNI EN 10219-1:2006 "Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura "
c UNI EN 10219-2:2006 "Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo"
c UNI EN 10218-2:1997 "Filo di acciaio e relativi prodotti - Generalità. Dimensioni e tolleranze dei fili".

Zincatura:

c UNI EN ISO 1461:2009 "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova"
c UNI EN 10244-1:2009 "Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio - Parte 1: Principi generali "
c UNI EN 10244-2:2009 "Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio - Parte 2: Rivestimenti di zinco o di leghe di zinco"
c UNI EN 1179:2005 "Zinco e leghe di zinco - Zinco primario"

Bulloneria:

c UNI 3740-1:1999 "Elementi di collegamento filettati di acciaio - Prescrizioni tecniche – Generalità"
c UNI 3740-9:1982 "Bulloneria di acciaio. Prescrizioni tecniche. Confezionamento e tolleranze di fornitura".
c UNI 3740-12:2004 "Elementi di collegamento di acciaio - Parte 12: Prescrizioni tecniche per rivestimenti di zinco per immersione a caldo"
c UNI EN ISO 898-1:2009 "Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine"

Saldature:

c UNI EN ISO 3834-1:2006 "Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 1: Criteri per la scelta del livello appropriato dei requisiti di qualità"
c UNI EN ISO 17635:2010 "Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici" (SOSTITUISCE LA UNI EN 12062:2004)
c UNI EN ISO 5817:2008 "Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la

saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni"1
c UNI EN ISO 3452 " Prove non distruttive - Esame con liquidi penetranti"
c UNI EN ISO 23277:2010 "Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità"(SOSTITUISCE LA UNI EN 1289:2006)
c UNI EN 1290:2006 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature
c UNI EN ISO 23278:2010 "Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo con particelle magnetiche delle saldature - Livelli di accettabilità" (SOSTITUISCE LA UNI EN 1291:2006)
c UNI EN ISO 17640:2011 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Tecniche di controllo, livelli di prova e valutazione (SOSTITUISCE LA UNI EN 1714:2005)
c UNI EN ISO 11666:2011 Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Livelli di accettabilità
Calcestruzzo:
c UNI EN 12390-3 "Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini"
c UNI EN 12504-1 "Prove su calcestruzzo nelle strutture – Carote –Prelievo, esame e prova di compressione"
c UNI EN 13791 "Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo"
c UNI EN 206-1 "Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità"
c DM Infrastrutture 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
c Consiglio Superiore del Lavori Pubblici – Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

Caratteristiche tecniche dei dispositive e dei materiali
I dispositivi di ritenuta ed i materiali impiegati nella costruzione (acciai, calcestruzzo, acciai da armatura, etc) dovranno essere conformi ai disegni tecnici dei prodotti tipo sottoposti alle prove di crash test (ITT).
Eventuali modifiche saranno accettate solo in presenza di uno specifico certificato di prestazione CE rilasciato ai sensi della norma EN 1317-5. Transizioni, cuspidi e terminali semplici dovranno essere conformi ai disegni costruttivi allegati al progetto o in alternativa elaborati a cura dell"Appaltatore e successivamente approvati dal Committente. A prescindere dalla documentazione che l"Appaltatore dovrà mettere a disposizione secondo i tempi e le modalità di seguito descritte, la Direzione Lavori, ed eventualmente anche la Committente, avrà la facoltà di procedere ad attività di ispezione e controllo nel corso della consegna e dello stoccaggio del materiale fornito ed in qualsiasi fase del processo produttivo e di approntamento dello stesso, al fine di verificare la rispondenza dei componenti alle specifiche tecniche di prodotto, come previsto dal D.M. n°2367 21.06.2004. In particolare, la Direzione Lavori, ed eventualmente anche la Committente, provvederà a verificare o a far verificare, con la frequenza che riterrà più opportuna: A. la rispondenza delle caratteristiche dimensionali di ciascun componente e dell"intero prodotto; B. lo spessore e le caratteristiche della zincatura (se presente); C. le caratteristiche fisiche del calcestruzzo (se presente); D. le caratteristiche fisico-chimiche dell"acciaio (se presente); E. le saldature (se presenti); F. la rispondenza delle caratteristiche dimensionali e qualitative della installazione a quanto previsto in progetto.

L"Appaltatore si obbliga a rendere identificabile l"origine dei componenti delle barriere (comprese le transizioni ed i componenti speciali) provvedendo a:

1. Far Punzonare meccanicamente, con il riporto del "n. di COIL" da cui proviene il materiale che li costituisce, tutti i componenti elementari principali di ciascuna barriera (intendendosi per tali i Componenti Elementari di cui al successivo punto); si dovrà porre cura affinché i numeri o le lettere oggetto di punzonatura possano essere letti anche dopo il processo di zincatura;
2. Assicurare la rintracciabilità dei materiali forniti e depositati nei magazzini attraverso i seguenti provvedimenti:
   i. Assegnazione a ciascun "Componente Elementare" (pali, nastri a tripla onda, distanziatori, tiranti posteriori, tiranti diagonali, tubi corrimano, mancorrenti a C, etc. - per l"individuazione degli stessi si rimanda ai particolari costruttivi della barriera allegati al contratto), di ciascun tipo di barriera previsto nell"appalto, di un singolo e specifico "Codice identificativo";

ii. Redazione di una "Tabella di Correlazione", da allegare a ciascun Documento di Trasporto, in cui i singoli "Componenti Elementari" consegnati (elencati nel Documento di Trasporto), identificati con il relativo "Codice identificativo", siano correlati a:

- Tipo e Modello di Barriera o di Transizione
- Tipo di Componente Elementare della Barriera o della Transizione (ad es.: palo, tubo, nastro, distanziatore, tirante, diagonale, etc.),
- Numero di COIL,
- Numero di colata,
- Tipo di acciaio,
- Spessore e larghezza del coil,
- N. di pezzi consegnati (con riferimento a quanto indicato nel "Documento di Trasporto");

iii. Fornire, per ciascun COIL (identificato con: il suo numero identificativo, il numero di colata, la larghezza del nastro, lo spessore del nastro ed il tipo di acciaio) il Certificato di Collaudo "3.1" ai sensi della norma EN 10204 (il certificato di collaudo dovrà contenere i dati e le informazioni sugli acciai previste dalla norma EN 10168).

Copia di ciascun "Documento di trasporto", con l"allegata "Tabella di Correlazione" ed il Certificato di Collaudo "3.1", dovrà essere trasmessa alla Direzione Lavori ed alla Committente all"atto della consegna del materiale nel il sito di stoccaggio dell"Appaltatore presso il cantiere. 3. Stoccaggio del materiale secondo le seguenti modalità: i. Separazione dei singoli "colli" consegnati: ogni collo fornito e consegnato dovrà riguardare un"unica tipologia di "Componente Elementare", riferita ad un solo tipo di barriera; inoltre colli specifici e separati dovranno essere preparati e forniti per la bulloneria, le parti miste e altri componenti speciali; ii. Identificazione dei singoli "colli" consegnati: ciascun "collo di imballaggio" dovrà essere identificato mediante il suo "Codice identificativo" precedentemente descritto; iii. Predisposizione di Specifici "colli di imballaggio" per la fornitura delle Transizioni e Componenti speciali: tali dispositivi dovranno essere confezionati completi di ogni componente e sempre identificabili mediante il loro "Codice identificativo". 4. Fornire alla Direzione Lavori per i materiali forniti e consegnati le seguenti attestazioni del fabbricante dei dispositivi di ritenuta: a. Zincatura: attestazione di conformità alle norme di riferimento per le zincatura di tutti i Componenti Elementari oggetto di fornitura;

Misurazione dei lavori

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate con metodi geometrici, a numero od a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

Quantità diverse da quelle risultanti dal progetto e dalla perizia potranno essere contabilizzate solo qualora esse vengano ritenute accettabili dalla Direzione Lavori ed in ogni caso vengano accettate dal Collaudatore. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione della visita per la redazione del certificato di regolare esecuzione o del collaudo dei lavori.

• Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici posti in opera

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sull'effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali. I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposita voce di elenco prezzi. La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, sarà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di elenco prezzi relativo alle barriere semplici. Le barriere montate con diversa configurazione verranno compensate con le relative voci di elenco prezzi. I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, ed aventi raggio di curvatura inferiore a m 3.00 saranno valutati e pagati con l'apposita voce di elenco prezzi. Resta stabilito che nelle voci di elenco prezzi sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo, ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arti e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia. Nelle voci di elenco prezzi deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori fra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

• Profilati e manufatti in acciaio

I manufatti in acciaio, in profilati comuni o speciali, od in getti di fusione, saranno pagati secondo i prezzi di Elenco.
Tali prezzi si intendono comprensivi della fornitura dei materiali, lavorazione secondo i disegni, posa e fissaggio in opera, verniciatura o zincatura a caldo ed ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Qualora i prezzi di elenco di detti manufatti prevedano la valutazione a peso verrà determinato prima della posa in opera mediante pesatura da verbalizzare in contraddittorio.

12.2.6 - MANUFATTI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAL CORPO STRADALE

12.2.6.1 - Tubazioni

Le tipologie di tubazioni da utilizzare per lo smaltimento delle acque piovane sono quelle di seguito riportate:
- tubazioni in conglomerato cementizio vibrato;
- tubazioni in grès;
- tubazioni in PVC rigido
- tubazioni in polietilene (AD)
- tubazioni in polipropilene

12.2.6.1.1 - Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato

- I.01.002 Tubazioni in cls vibrocompresso

Caratteristiche tecniche
Le tubazioni realizzate in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento

Le tubazioni in cemento armato prefabbricate a sezione circolare potranno essere con:
- innesto a mezzo spessore (L = 1 mt) Classe ≥ 28/35 secondo UNI EN 206-1
- innesto a mezzo bicchiere esterno (L ≥ 2 mt) con o senza piano d'appoggio prodotti in conformità alla norma UNI EN 1916:2004 (marcatura CE). Classe ≥ 35/45 con guarnizioni di tenuta in gomma posizionate sul giunto maschio dovranno essere conformi alle norme UNI EN 681-1/97.

12.2.6.1.2 - Tubazioni in grès

- I.01.007 "Tubazioni in gres ceramico"

Caratteristiche tecniche
Le tubazioni e pezzi speciali in Gres ceramico, ottenuti da impasto omogeneo, verniciati internamente ed esternamente con giunto a bicchiere - sistema C ed F dovranno essere in conformità alle norme UNI EN 295 parti 1 - 2 - 3 e dotati di marcatura CE in base al rispetto dei requisiti essenziali di prestazione contenuti nella norma europea EN 295-10 / 2005.
La giunzione, di tipo C, sarà composta da elementi di tenuta in poliuretano applicati sulla punta ed all'interno del bicchiere che, sottoposti alle prove di cui alla UNI EN 295/3 punto 15, dovranno soddisfare i limiti riportati nel prospetto VII della UNI EN 295/1 punto 3.1.2 e garantire gli aspetti di tenuta idraulica indicati dalla norma UNI EN 295/1 punto 3.2.
Per le tubazioni con giunzione di tipo F, questa sarà composta dall'elemento di tenuta in gomma applicato all'interno del bicchiere che, sottoposto alle prove di cui alla UNI EN 295/3 punto 15, dovrà soddisfare i limiti riportati nel prospetto VII della UNI EN 295/1 punto 3.1.2 e garantire gli aspetti di tenuta idraulica indicati dalla norma UNI EN 295/1 punto 3.2. Inoltre le caratteristiche dell'anello in gomma devono essere conformi a quanto richiesto nella norma UNI EN 681.

12.2.6.1.3 - Tubazioni in PVC rigido

- I.02.115 Scarichi acqua per impalcati Caratteristiche tecniche

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI EN 1401-1/98 tipo SN, contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

12.2.6.1.4 - Tubazioni in polietilene (PEAD) corrugate

- I.01.011 Tubazione in polietilene (AD) per condotte di scarico non in pressione

Caratteristiche tecniche
Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione, sono realizzate a doppia parete, lisce internamente e corrugate esternamente, prodotte in PEAD e testate secondo norma EN 13476-3 (tipo B), dotate di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto e rispettive guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.

12.2.6.1.5 - Tubazioni in polipropilene corrugate

- I.01.014 Tubazione in polipropilene per condotte di scarico non in pressione - SN16 KN/mq

Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione, sono realizzate a doppia parete, lisce internamente e corrugate esternamente, prodotte in PP e testate secondo norma UNI 10968-1 (traduzione della EN 13476-3 tipo B), dotate di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto e rispettive guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.
La classe di rigidità anulare deve essere misurata secondo metodo UNI EN ISO 9969.

12.2.6.1.6 - Tubazioni in polietilene (PE) spiralato con profili metallici

- I.01.020 Tubazioni in PE (AD) del tipo spiralato

Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione, sono realizzate con profilo liscio internamente di PE e strutturato, esternamente composto da costolatura in acciaio avvolta a spirale e ricoperta di PE, prodotte e testate secondo norma UNI 11434, dotate di sistema di giunzione a bicchiere ad elettrofusione o con guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.
Classe di rigidità anulare (PS) misurata secondo norma UNI 11434 a deflessione 3%
NOTA La nota al Prospetto 4 della norma UNI 11434 chiarisce che il valore di rigidità anulare S (Stiffness), al 3% di deformazione diametrale, delle classi A - B - C corrisponde a quella dei tubi strutturati in materiale termoplastico con rigidità anulare SN (Nominal Stiffness) rispettivamente 8
- 12 - 16 secondo la norma EN ISO 9969. accettano tutte le tre classi di ASI
Per l'equivalenza fra i valori di rigidità anulari definiti dalle tre norme (UNI 11434, EN 13476, DIN 16961) si rimanda alla Errore: sorgente del riferimento non trovata al par. 12.8 - - APPENDICE.

12.2.6.1.7 - Tubazioni in polietilene (PEAD) spiralato

Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione, sono realizzate lisce internamente e profilate esternamente senza profili di supporto metallici, prodotte e testate secondo norma DIN 16961, dotate di sistema di giunzione a bicchiere ad elettrofusione o con guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM.
Classe di rigidità anulare (SN) misurata secondo metodo UNI EN ISO 9969.

12.2.6.2 - Pozzetti e chiusini

- I.02.080 FpO di pozzetti prefabbricati vibrocompressi in Cls di classe C25/30
- I.02.085 FpO di elementi di prolunga per pozzetti prefabbricati in Cls di classe C25/30
- I.02.090 FpO di soletta prefabbricata carrabile in cls per pozzetti prefabbricati in Cls o gettati in opera
- I.02.095 FpO di chiusino carrabile in cls

Caratteristiche tecniche
I pozzetti ed i chiusini, la cui tipologia e dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto, realizzati in c.a.v. secondo la norma UNI-EN 1917:2004 e soggetti a marcatura CE.
dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Classe minima C25/30;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni

I chiusini dovranno essere conformi alla norma UNI - EN 124 "Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature";
I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.
Relativamente ai pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo del chiusino non dovrà essere inferiore a 600 mm.
Tutti i chiusini, le griglie ed i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

12.2.6.3 - Canalette

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

12.2.6.3.1 - Canalette in acciaio

- I.02.015.a FpO di canalette e fossi di guardia
- I.02.020 FpO di canalette in lamiera zincata

Caratteristiche tecniche
Le canalette in lamiera ondulata saranno realizzate con acciaio avente qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame ≥ 0,20% e ≤ 0,40 % spessore ≥ 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura ≥ 34 Kg/mm2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, in quantità ≥ 305 g/m2 per faccia.

12.2.6.3.2 - Canalette ad embrici

- I.02.001 FpO di canalette costituite da embrici Caratteristiche tecniche

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck > 25 MPa, in elementi di 50/40 x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.
L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza ≥ 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno di 20 cm.

12.2.6.4 - Rivestimenti per cunette e fossi di guardia

I rivestimenti per le cunette ed i fossi di guardia possono essere realizzate con i seguenti materiali:
- elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato;
- conglomerato cementizio gettato in opera;
- muratura di pietrame

12.2.6.4.1 - Rivestimenti con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato

- I.02.025 Elementi prefabbricati per rivestimento cunette
- I.02.030 Cunettoni trapezoidali

Caratteristiche tecniche
Si tratta di elementi prefabbricati da realizzare in conglomerato cementizio vibrato, avente Classe ≥ 25/30, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro ≥ 6 mm.
Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto, il cui spessore è ≥ 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m3 di cemento.

12.2.6.4.2 - Rivestimenti in conglomerato cementizio gettato in opera

- I.02.050 Rivestimento di cunette e fossi di guardia

Caratteristiche tecniche
Questa tipologia di rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguita con conglomerato cementizio di tipo II con Rck ≥ 30 MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa.
La lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

12.2.6.4.3 - Rivestimenti in muratura di pietrame

- I.02.045 Rivestimento di platee di ponticelli, cunette, fossi di guardia
- B.06.007 Rivestimento di platee con pietrame e malta cementizia spess. > 15 cm

Caratteristiche tecniche
Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti

12.2.6.5 - Cordonature

- E.02.001 Cordolo in calcestruzzo vibrato, prefabbricato, dosato a ql 3,50 di cemento normale della sezione minima di cmq 300
- E.02.008 FpO di cordonatura
- E.02.010 Costruzione di cordonatura stradale

Caratteristiche tecniche
Le cordonature dovranno essere realizzate in conglomerato cementizio vibrato, avente Classe ≥ 25/30, in elementi della lunghezza di 1 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

12.2.7 - MANUFATTI LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA

Le prescrizioni che seguono si riferiscono ai seguenti manufatti in lamiera d'acciaio ondulata, dei tipi:

- a piastre multiple, unite tra loro mediante giunzioni bullonate (per la realizzazione di strutture portanti di ponti, tombini, sottopassi, gallerie artificiali, alleggerimento rilevati e casseforme a perdere e manufatti idraulici quali condotte e canalette);
- a giunzione continua perforati tubolari (per la realizzazione di drenaggi)

12.2.7.1 - Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a piastre multiple

I manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a piastre multiple, unite tra loro mediante giunzioni bullonate, si prestano alla realizzazione di strutture portanti chiuse e condotte aventi sezione:

- circolare (con eventuale preformazione ellittica);
- ribassata, ellittica o policentrica

ovvero alla realizzazione di strutture portanti aperte aventi sezione:

- ad arco (a tutto sesto o semicircolare, ribassato o rialzato)

ovvero alla realizzazione di canalette aventi sezione:

- semicircolare;
- trapezoidale

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza a norma UNI EN 10051; dovrà essere del tipo S235JR, secondo la norma UNI EN 10025-2. Sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata per immersione a caldo, secondo la norma UNI EN ISO 1461, dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, con spessori richiesti dalla Provincia di Savona indicati nella tabella seguente:

Tabella2: Valori minimi di spessore di zincatura.

Caratteristica	Metodo di prova	Spessore locale del rivestimento	Massa del rivestiMento Locale g/m2	Spessore medio del rivestimento	Massa media del rivestimento
Zincatura a caldo	UNI EN 1461 UNI EN 14713-1	≥ 70 µm	505 g/m2	≥ 85 µm	610 g/m2

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.

I bulloni di giunzione utilizzati saranno del tipo ad alta resistenza, dovranno appartenere alla classe 8.8, aventi le caratteristiche meccaniche indicate nelle norme UNI EN ISO 898-1 (viti) e UNI EN ISO 898-2 (dadi).

A titolo orientativo, vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio, dei bulloni e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e secondo le NTC 2018.

Le piastre standard si identificano in relazione al tipo di ondulazione e per il numero d'intervalli (ovvero la distanza in asse tra due fori adiacenti lungo la giunzione circonferenziale). In generale, risultano disponibili i seguenti tipi di ondulazione:

T70

Ampiezza dell'onda 67,7 mm, profondità di 12,7 mm.

Il tipo sarà costituito da una o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti (ovvero piegate nel solo caso della sezione trapezoidale per canalette) ed imbullonate.

T100

Ampiezza dell'onda 100 mm, profondità di 20÷22 mm.

Il tipo sarà costituito da una o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti ed imbullonate.

T150

Ampiezza dell'onda 152,4 mm, profondità di 50,8 mm.

Il tipo sarà costituito da una o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti ed imbullonate. T200 Ampiezza dell'onda 200 mm, profondità di 55 mm.

Il tipo sarà costituito da più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti ed imbullonate.
Il tipo di ondulazione è unico per l'intero manufatto mentre il numero di intervalli (forature per le giunzioni con i bulloni), mentre è invece variabile da piastra a piastra in relazione alla configurazione.

12.2.7.2 - Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata a giunzione continua perforati

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoide.
L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 0,8 mm, con tolleranza a norma UNI EN 10051.
La lamiera dovrà essere del tipo S235JR secondo la norma UNI EN 10025-2; nel qual caso, sarà protetta su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo la norma UNI EN ISO 1461, dopo l'avvenuta piegatura ed aggraffatura o saldatura a spirale dell'elemento, con spessori richiesti dalla Provincia di Savona indicati nella tabella seguente:
Tabella 3: Valori minimi di spessore di zincatura.

Caratteristica	Metodo di prova	Spessore locale del rivestimento	Spessore medio del rivestimento
Zincatura a caldo	UNI EN 1461 UNI EN 14713-1	≥ 45 µm	≥ 55 µm

Ovvero, la lamiera potrà essere del tipo Fe P02 G Z275 secondo la norma UNI EN 10346, prezincata prima della piegatura ed aggraffatura a spirale dell'elemento.
Le suddette protezioni sono idonee ad assicurare la durata del prodotto in condizioni ambientali ordinarie.
A titolo orientativo, vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio, dei bulloni e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e secondo le NTC 2018.
In generale, risultano disponibili i seguenti tipi di ondulazione e diametri:

- ampiezza dell'onda 38 o 62 mm, profondità di 6 mm; diametri da 0,08 a 0,50 m;
- ampiezza dell'onda 67,7 mm, profondità di 12,7 mm; diametri da 0,30 a 1,20 m;
- ampiezza dell'onda 76 mm, profondità di 25 mm; diametri da 1,2 a 2,50 m

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 9 mm (tolleranza ±1 mm), che verranno distribuiti in serie longitudinali, con interasse di 38, 43 o 78 mm, tutti disposti in un quarto di tubo.
I singoli tronchi, la cui lunghezza standard sarà di 6 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione ovvero elementi di raccordo (quali ad esempio curve, innesti, riduttori di sezione, ecc.) da fissare con bulloni.
Gli eventuali bulloni di giunzione utilizzati saranno del tipo ad alta resistenza, dovranno appartenere alla classe 8.8, aventi le caratteristiche meccaniche indicate nelle norme UNI EN ISO 898-1 (viti) e UNI EN ISO 898-2 (dadi).
Come per le lamiere, anche i bulloni saranno protetti da adeguata zincatura applicata per immersione a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461 (oppure meccanicamente secondo la norma EN ISO 12683).

12.3 - ACCETTAZIONE E CONTROLLI

La Direzione Lavori dovrà eseguire i controlli per l'accettazione preventiva completa del materiale consegnato.
La Direzione Lavori si riserva comunque, ogni volta che lo ritenga opportuno, la facoltà di svolgere ispezioni in officina/stabilimento, nonché di richiedere le certificazioni/attestazioni che riterrà opportune, sia per constatare la rispondenza dei materiali impiegati, che le attestazioni di regolarità delle lavorazioni.
Durante la fase di realizzazione delle opere, la Direzione Lavori ha la facoltà di richiedere l'esecuzione di prove di laboratorio su campioni rappresentativi della fornitura allo scopo di verificare l'effettiva rispondenza dei dati riportati nelle schede tecniche di prodotto.
I risultati delle prove effettuate dovranno essere riportati in appositi verbali.
L'Appaltatore ha la facoltà - qualora lo richieda all'atto della presentazione dei campioni, ovvero prima della data comunicata dalla Direzione Lavori per l'esecuzione delle verifiche in opera - di assistere alle prove o di farsi rappresentare.
L'esito delle prove farà fede a tutti gli effetti.
Nei successivi paragrafi vengono riportate le specifiche che dovranno essere rispettate nella fase di accettazione dei materiali e di realizzazione delle opere, per ciascuna delle diverse tipologie di interventi di sostegno e di difesa

del corpo stradale precedentemente descritti.

12.3.1 - Opere di protezione del corpo stradale dalla caduta massi

12.3.1.1 - Disgaggi e demolizioni di massi e volumi di roccia pericolosi

Le attività di rimozione dei massi e/o volumi di roccia pericolosi dovranno essere precedute dalla verifica della documentazione e delle informazioni di seguito elencate:

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI	**VERIFICA DOCUMENTAZIONE:** • planimetria e sezioni della zona oggetto del lavoro, con l'indicazione delle masse da disgaggi are; • breve relazione sulle modalità di rimozione; • documentazione fotografica; • data o periodo di esecuzione delle attività.
A FINE LAVORI	**ACCERTARE CHE:** • tutte le masse identificate come pericolose siano state rimosse; • non siano stati provocati danni a manufatti preesistenti; • non siano state poste in instabilità ulteriori masse;
A FINE VERIFICHE	• Relazione redatta dall'Impresa che riporti l'esito delle verifiche (controfirmata dalla Direzione Lavori)
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra che un qualsiasi materiale non sia adatto all'impiego DEVE chiederne la sostituzione.	

Qualora dovrà essere previsto l'impiego di esplosivi, dovranno anche essere riportate le misure di sicurezza adottate.
Nel caso di impiego di esplosivi, varranno i controlli indicati nelle specifiche relative al loro impiego riportate nel presente Capitolato, oltre che nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Gallerie" di ANAS S.p.A..

12.3.1.2 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	**RICOGNIZIONE A VISTA:** • controllo che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamenti o screpolatu-

	re **VERIFICA DOCUMENTAZIONE:** • Per ogni partita di rete giunta in cantiere dichiarazione di conformità/prestazione CE e dalla relativa marcatura CE oppure dal Certificato di Idoneità tecnica rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale così come indicato nelle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013;
ULTERIORI VERIFICHE	**PROVE SU CAMPIONI DI FILO:** • (a discrezione della D.L.) prelievo di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 300 mq di rete (e, comunque, almeno 1 campione), oltre a 1 campione ogni 10 matasse di filo per cucitura. • VERIFICHE DELLA LUNGHEZZA DEGLI ANCORAGGI attraverso la misura dei fori predisposti e la misura delle barre/funi presenti in cantiere predisposte per l'inserimento nei fori
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione CE la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.	

12.3.1.3 - Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio e realizzazione del reticolo di contenimento in fune

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	**VERIFICA DOCUMENTAZIONE:** • per ogni partita di rete giunta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione dei Lavori la certificazione che accerti come tutti i materiali impiegati debbano provenire da fornitori che operano con un sistema quali- tà certificato, in conformità alle norma UNI EN ISO 9001 in vigore;
ULTERIORI VERIFICHE	**PROVE SU CAMPIONI DI FILO:** • (a discrezione della D.L.) prelievo di campioni di cavo della lunghezza di almeno 50 cm, in

	ragione di almeno un campione ogni 200 mq di pannelli posti in opera e, comunque almeno 1, allo scopo di definire la resistenza dell'elemento
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.	

La Direzione dei Lavori procederà alla verifica di ogni partita del materiale utilizzato.

12.3.1.4 - Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Appaltatore alla preventiva approvazione della Direzione Lavori e comprovata da idonea qualificazione e comunque dovrà rispettare quanto riportato nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p." di ANAS S.p.A., al quale si rimanda

12.3.1.5 - Barriere paramassi

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	**VERIFICA DOCUMENTAZIONE:** • Tutti i materiali e/o componenti (profilati in acciaio, cavi funicolari, reti metalliche, lamiere lisce e sagomate, ecc.) devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, ad esempio UNI EN 10025 (montanti in acciaio), UNI EN 12385 (funi d'acciaio), UNI EN 10264-2 (zincatura funi), UNI 1461 (zincatura carpenteria metallica), nonché, ove prevista, della attestazione della marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE n.305/2011. • Le barriere ad assorbimento di energia dovranno essere accompagnate da certificazione CE, in conformità alla Linea Guida di Benestare Tecnico Europeo ETAG 027. • Il certificato dovrà riportare le specifiche tecniche delle barriere testate, che dovranno essere conformi a quelle di progetto. • L'Appaltatore dovrà preventivamente fornire le sollecitazioni sulle fondazioni corrispondenti a quelle di progetto, la deformata massima della barriera verso valle, nonché adeguata relazione di calcolo per il dimensionamento di tutti gli elementi di fondazione (sottofondazione dei puntoni di sostegno, ancoraggi di mon-

	te e laterali, ecc.). • La DI, sulla base delle sollecitazioni sulle fondazioni desunte dalle prove di crash test, potrà effettuare delle prove di efficienza degli ancoraggi ai sensi delle norme AGI-AICAP 2012 a conferma dei calcoli dimensionali forniti. • Elaborati grafici della barriera conformi a quelli di progetto, manuale di installazione e montaggio, manuale di manutenzione di ripristino funzionale. • Copia dell'originale comprovante che il sistema di qualità del produttore dei componenti del sistema barriera paramassi, è conforme alla UNI ISO 9001/2008 • Copia dell'originale comprovante che il produttore dei componenti della struttura è un centro di trasformazione ai sensi delle NTC 2018
DURANTE LA POSA IN OPERA	La D.L., all'inizio delle attività e/o durante il corso dei lavori, potrà ordinare tutte le prove di verifica dimensionale, di resistenza e di zincatura dei vari materiali che riterrà necessario effettuare, non- ché della verniciatura protettiva dei profilati metallici.
ULTERIORI VERIFICHE	La DI, sulla base delle sollecitazioni sulle fondazioni desunte dalle prove di crash test, dovrà effettuare delle prove di efficienza degli ancoraggi ai sensi delle norme AGI-AICAP 2012
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;	

12.3.1.6 - Rilevati per il contenimento dei massi

12.3.1.6.1 - Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi

I rinforzi devono essere Certificati da Istituto o Ente accreditato per la loro idoneità alla realizzazione di valli, tomi e barriere paramassi in terra rinforzata, in base a prove in vera grandezza realizzate secondo normativa UNI 11167- 2006 ed attestanti la loro capacità di assorbire impatti con energia ≥ 4.500 kJ.

12.3.1.6.2 - Geogriglie in fibra sintetica

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**

PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	**VERIFICA DOCUMENTAZIONE:** • Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi) • Oltre alla verifica della documentazione in accordo con il Capitoli 11.1 delle NTC 2018, la D.L. può ordinare prove specifiche di accettazione, da eseguirsi presso laboratori di cui all'art.59 del DPR 380/2001.
DURANTE LA POSA IN OPERA	In corso d'opera, saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali.
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;	

12.3.2 - Gabbionate

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	**VERIFICA DOCUMENTAZIONE:** • Manuale di installazione e montaggio, manuale di manutenzione di ripristino funzionale. • Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi) rilasciate sulla base di un ETA (indicare il riferimento), per ogni fornitura di rete metallica in cantiere • Oltre alla verifica della documentazione in accordo con il Capitoli 11.1 delle NTC 2008, la D.L. può ordinare prove specifiche di accettazione, da eseguirsi presso laboratori di cui all'art.59 del DPR 380/2001, su campioni di filo ed elementi di rete, secondo le indicazioni di prova descritte nelle "Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dal Consiglio Superiore di LL.PP. con parere n.69 del 2 luglio 2013 • La D.L., durante il corso della fornitura, potrà far eseguire prove (di seguito elencate) sulle caratteristiche dei materiali di riempimento su lotti quantitativamente definiti dalla D.L., in funzione delle caratteristiche della cava e del

	materiale e delle dimensioni del massi e delle opere da realizzare: – non gelivo (norma R.D. n.2232 del 16/11/39) friabilità, dilavabilità, durezza, peso specifico (> 22KN/m3 per i materassi) • Prova per la verifica dell'indice di porosità (0.3<p<0.4) su un campione per ogni tipo di gabbione o materasso da utilizzare. • Certificato di analisi della pezzatura del pietrame per ogni lotto della fornitura (prova eseguita in cava)
DURANTE LA POSA IN OPERA	In corso d'opera, saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali: • verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, della conformità delle legature dei gabbioni e dei materassi a quanto prescritto dal presente Capitolato, sia sui singoli elementi che sugli accoppiamenti e sulle inserzioni di diaframmi di rinforzo • verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, dell'inserimento di tiranti tra le pareti opposte di ogni singolo elemento di gabbione, nel caso che questo non sia munito di diaframmi intermedi
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;	

NOTA Ciascun prodotto, nella confezione fornita dal fabbricante, deve chiaramente e costantemente essere riconoscibile attraverso idonea etichettatura dalle quale risultino, in modo inequivocabile, il riferimento al fabbricante, allo stabilimento di produzione ed al lotto di produzione, alle caratteristiche tecniche tipologiche e prestazionali del materiale ed il riferimento della marcatura CE .

12.3.3 - Muri di sostegno

Le strutture di sostegno e contenimento dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme vigenti.
La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n.1086 e s.m.i ed avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato ed il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'Impresa a porre in opera la struttura prefabbricata.
Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso, nonché per gli acciai di armatura, dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui al "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p." di ANAS S.p.A., al quale si rimanda.
Pe le caratteristiche dei geotessili si rimanda al "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Movimenti di terra" di ANAS S.p.A.
Qualora previsto in progetto, i muri potranno avere paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra inglobate nel getto.

12.3.3.1 - Muri di sostegno in muratura

Per quanto concerne le opere di sostegno in muratura di pietrame, si dovrà verificare che la posa in opera e il materiale impiegato soddisfino le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Murature" di ANAS S.p.A., al quale si rimanda.

12.3.3.2 - Muri di sostegno in calcestruzzo

Per quanto riguarda i calcestruzzi e gli acciai di armatura, valgono le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p." di ANAS S.p.A., al quale si rimanda.

12.3.3.3 - Muri di sostegno in elementi prefabbricati (c.a.v. e c.a.p.)

Per quanto riguarda il trasporto, la movimentazione e le tecniche di messa in opera degli elementi e del complesso strutturale, l'Impresa dovrà fare riferimento ai documenti di progetto, che dovranno contenere tutte le indicazioni del caso, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 17-01-2018), nel rispetto delle responsabilità e competenze delle diverse figure professionali stabilite dalle stesse Norme.
Al § 4.1.10 del D.M. 17-01-2018 sono riportate le definizioni e le caratteristiche di conformità degli elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata e/o controllata.
L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del D.M. 17-01-2018. In particolare, la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.
Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.
Si precisa che a tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica quanto riportato nei punti A) oppure C) del § 11.1 del D.M. 17-01-2018. In tali casi, inoltre, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art.9 della Legge 05.11.71 n.1086 ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i §§ 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del D.M. 17-01-2018, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.
Ai fini della verifica di quanto sopra, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, all'atto della fornitura, tutta la documentazione inerente la marcatura CE dei manufatti.

12.3.3.4 - Opere di sostegno in terra rinforzata

Per quanto riguarda questa tipologia di opere, si richiede che i materiali impiegati e le loro modalità di posa in opera, soddisfino i requisiti indicati nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Movimenti di terra" di ANAS S.p.A., al quale si rimanda.

12.3.4 - Opere di difesa spondale

Vengono di seguito riportate le specifiche relative ai controlli da effettuare per le opere in pietrame da realizzare per la difesa spondale; per quanto riguarda i gabbioni da porre in opera per gli stessi scopi, si rimanda a quanto riportato nel precedente paragrafo 12.2.2 - - GABBIONATE

12.3.4.1 - Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	• Classificazione mediante pesatura a spot, con la bascula disponibile in cantiere e suddivisione dei massi in base alle categorie riportate al paragrafo 12.2.4.2 - - Massi di roccia del presente Capitolato. Ogni mucchio dovrà riportare chiare indicazioni sulla classe dei massi in esso contenuti • Verifica dell'assenza di rotture o lesioni, da effettuare a spot per i massi fino alla terza categoria e su ogni singolo, masso per le cate-

	gorie superiori.
DURANTE LA POSA IN OPERA	In corso d'opera, potranno essere eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali: • Controllo che venga rispettato il posizionamento dei massi secondo le dimensioni, così come prescritto dal presente Capitolato e la ripartizione proporzionale delle varie categorie prescritta dal progetto. • Provvedere all'eliminazione incondizionata di tutti i massi che, durante la posa, dovessero cadere fuori sagoma.
PROVE SUI MATERIALI	Accertamento delle caratteristiche dei massi: • l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio a laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10 cm, oltre che da una serie di 8 cubi con spigoli di 3 cm; su ciascun campione, dovranno essere indicate le facce parallele al piano di giacitura in cava. • La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La Direzione Lavori ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa.

Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura.
NOTA Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui al paragrafo 12.2.4.2 - - Massi di roccia, l'Impresa dovrà disporre di:

- una bascula tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionali con mezzi terrestri; tale bascula sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;
- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarico delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati di appositi dinamometri tarati per la determinazione del peso di ciascun masso

12.3.4.1.1 - Prismi in conglomerato cementizio

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPE-	• l'Impresa in contraddittorio con la Direzione

RA	Lavori, dovrà procedere al picchettamento della difesa, riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto • I prismi dovranno presentare facce piane, avere aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra. • controllo della resistenza del conglomerato: – si procederà secondo le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche "Calcestruzzi ed acciai per c.a. e c.a.p." al quale si rimanda, con l'avvertenza che l'Impresa non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio

NOTA Il trasporto in cantiere dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi 30 giorni dalla data del loro confezionamento ed, in ogni caso, solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

12.3.5 - Manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale

12.3.5.1 - Tubazioni

Affinché il lotto di materiale possa essere accettato da parte della Direzione Lavori deve sottostare ai seguenti requisiti:

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	• essere prodotto e fornito da una Ditta che possieda un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000, • riportare impresso indelebilmente su ogni elemento costituente il lotto: – Nome del fabbricante o il suo codice di riferimento – Diametro nominale – Classe di riferimento – Data di produzione – Norma di riferimento – Simbolo di identificazione dell'Ente di certificazione,

	• attestante la conformità alla norma di settore; • Essere corredato del certificato di collaudo del fabbricante con i relativi risultati dei test di fabbrica. • Essere dotato di marcatura CE riportata su ogni elemento del lotto.
ULTERIORI VERIFICHE	Prima di procedere alla posa in opera, si dovrà procedere ad una Ispezione Visiva: • i tubi dovranno essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. • Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. La DL potrà effettuare controlli dimensionali nonché prove di tenuta idraulica. La Direzione Lavori si riserva in ogni caso il diritto di far effettuare in stabilimento, verifiche e prove di accertamento della qualità delle forniture
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;	

12.3.5.2 - Cunette

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	**VERIFICA DOCUMENTAZIONE:** • per ogni partita di cunette giunta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione dei Lavori la certificazione che accerti come tutti i materiali impiegati debbano provenire da fornitori che operano con un sistema qualità certificato, in conformità alle norma UNI EN ISO 9001 in vigore; • Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi)
ULTERIORI VERIFICHE	**PROVE SU CAMPIONE:** • (a discrezione della D.L.) prelievo di almeno un campione per ogni partita posti in opera allo scopo di definire la resistenza dell'elemento
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra la mancanza della certificazione la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore	

dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese;

12.3.6 - Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
PRIMA DELLA MESSA IN OPERA	• Controllo della produzione in stabilimento • L'Impresa, per ogni singolo manufatto, dovrà richiedere al produttore la certificazione attestante il regime di assicurazione di qualità. Inoltre, secondo quanto stabilito dall'art. 58 del DPR 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i., dovrà fornire la seguente certificazione e documentazione: – documentazione, di cui all'art. 58 lett. a), b), c), d) del DPR 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i.,: – Progetto Esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio; il suddetto progetto dovrà essere corredato del Piano di Manutenzione; – Relazione di calcolo, con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi previsti nelle NTC 2018. • Verifica dell'assenza di soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc.. • Prelevo campioni (elementi della fornitura ad es. lamiere o tubiperforati) all'arrivo in cantiere. La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto; • Dichiarazione di conformità/prestazione CE e relativa marcatura CE (con i relativi estremi
DURANTE LA POSA IN OPERA	verifica che l'appoggio dell'elemento sia costituito

	da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nel presente Capitolato
PROVE SUI MATERIALI	Accertamento delle caratteristiche della fornitura attraverso prove chimiche e meccaniche: • Resistenza a rottura acciaio, spessore elemento, peso e spessore rivestimento zinco su entrambe le facce (UNI 11406), presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità; • Nel caso in cui gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita. • I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del ±5% (± 4% per i manufatti tubolari perforati in lamiera ondulata)

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla posa in opera degli elementi componenti i manufatti (lamiere o tubi perforati) allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni indicate nel presente CSA.

12.3.7 - Laboratori accreditati

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 sistemi di protezione acustica, 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), ovvero dai laboratori del Centro Ricerca di Cesano - ANAS.

12.4 - MODALITÀ DI ESECUZIONE

12.4.1 - Disgaggio

Nel caso siano presenti reti addossate sulla parete, è necessario prevedere il loro taglio parziale e la creazione di aperture, che dovranno essere ripristinate al termine dei lavori.
Le lavorazioni verranno svolte essenzialmente con attrezzi a mano, da parte di un operatore in parete che provvederà, durante la calata, alla rimozione di tutti gli elementi instabili individuati in progetto.
Dopo la rimozione della porzione di roccia, la nicchia dovrà essere accuratamente ripulita dagli elementi lapidei più piccoli eventualmente presenti.
Durante la fase di discesa, si dovranno rimuovere tutti gli elementi instabili che potrebbero essere mobilitati dalle oscillazioni della corda.
Le leve manuali e gli altri attrezzi occorrenti, nonché tutta l'attrezzatura necessaria per le lavorazioni, verranno collegati all'operatore mediante cordini di sicurezza, per evitare la loro caduta accidentale.

Per il taglio della vegetazione, l'operatore, calato lungo la parete con le medesime modalità delle operazioni di disgaggio, giunto in corrispondenza dell'elemento vegetale da rimuovere, provvederà al taglio "a raso" dello stesso, utilizzando a tale proposito l'apparecchiatura più appropriata.
Si dovrà inoltre procedere alla verifica se l'apparato radicale avrà causato l'eventuale instabilità di porzioni lapidee; ove necessario, si procederà quindi alle operazioni di disgaggio, secondo le modalità precedentemente enunciate.
La ceppaia restante dovrà essere trattata con opportuna sostanza antivegetativa, al fine di impedire l'ulteriore azione dell'apparato radicale.
Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori, si dovranno predisporre tutti gli accorgimenti atti alla messa in sicurezza della sede stradale (eventuale barriera provvisoria di protezione, segnaletica, eventuale chiusura al traffico o traffico alternato, ecc.).
Gli operatori dovranno essere dotati di tutte le attrezzature alpinistiche di progressione (discensore, bloccanti, ecc.) e le procedure operative dovranno rispondere ad adeguati standard di sicurezza secondo i disposti legislativi (D.Lgs. 81/08 e s.m.i.).
La posizione e l'estensione di tali dispositivi di protezione e sicurezza dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

12.4.2 - Demolizioni di volumi rocciosi in equilibrio precario

Le operazioni di demolizione dovranno predisporre la pendice all'accoglimento in sicurezza degli interventi di rete e rinforzo corticale, nonché ad una diminuzione del rischio potenziale, nel caso di opere paramassi o qualsiasi altra struttura che non sia adagiata sulla parete rocciosa.
Nella fase preliminare all'esecuzione dei lavori, si dovranno predisporre tutti gli accorgimenti atti alla messa in sicurezza della sede stradale e di opere adiacenti (eventuale barriera provvisoria di protezione, segnaletica, chiusura strada o traffico alternato, eventuali assicurazioni ed evacuazioni, ecc.).
La posizione e l'estensione di tali dispositivi di protezione e sicurezza dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.
Le modalità di calata, le modalità di lavoro e le attrezzature impiegate saranno le stesse di quelle già viste per il disgaggio.

12.4.2.1 - Demolizioni con l'impiego di attrezzature idrauliche

La demolizione ed l'abbattimento di porzioni di roccia in equilibrio precario viene eseguito con l'utilizzo di attrezzature idrauliche ad alta pressione, quali martinetti ed allargatori.
I martinetti verranno azionati da pompa manuale, dotata di deviatori, al fine di poter azionare il martinetto successivo senza asportare il precedente.
I martinetti, così come gli utensili impiegati, verranno assicurati all'operatore con cordini di sicurezza.
Dopo l'asportazione del masso la nicchia di distacco verrà ripulita accuratamente.

12.4.2.2 - Demolizioni con l'impiego di agenti chimici non esplodenti

La demolizione e l'abbattimento di porzioni di roccia in equilibrio precario viene eseguito mediante l'impiego di agenti chimici non esplodenti.
Il volume roccioso da demolire verrà predisposto all'accoglimento di tali agenti non esplodenti, realizzando, con perforatrice a rotopercussione, dei fori del diametro non superiore a 45 mm.
I fori, prima del colamento al loro interno della sostanza, dovranno essere accuratamente puliti con aria compressa.
Quando esiste il pericolo di distacchi improvvisi, il volume roccioso dovrà essere, se necessario, rivestito con rete metallica posta in aderenza ed accuratamente ancorata all'intorno.
La spaziatura dei fori dovrà essere stabilita in base alla profondità delle perforazioni, ai volumi da demolire ed al tipo di sostanza chimica impiegata, secondo una maglia il più possibile regolare, generalmente avente lato non superiore ai 35 cm circa e, comunque, secondo le indicazioni progettuali.
La sostanza chimica dovrà essere maneggiata seguendo le norme di sicurezza riportate sulla confezione, avendo cura di formularne la composizione, tenendo conto dei fattori ambientali (temperatura e umidità) e dei tempi di reazione richiesti.
Trascorso il tempo necessario per la reazione chimica e dopo aver constatato il crollo della parte principale del masso roccioso in demolizione, si dovrà procedere alla accurata pulizia di tutti gli elementi lapidei rimasti nella nicchia di distacco, con l'impiego delle attrezzature più idonee.

12.4.2.3 - Demolizioni con l'impiego di esplosivi

La demolizione e l'abbattimento di porzioni di roccia in equilibrio precario viene eseguito mediante l'impiego di esplosivi.

Il volume roccioso da demolire verrà predisposto all'accoglimento dell'esplosivo realizzando, con idonea perforatrice, dei fori del diametro non superiore a 45 mm.
Prima della posa in opera dell'esplosivo, i fori dovranno essere accuratamente puliti con aria compressa.
La spaziatura e la profondità dei fori, nonché l'entità delle cariche ed il tipo di esplosivo, dovranno essere accuratamente valutati in funzione del tipo di intervento da effettuare, questo in funzione anche del grado di comminuzione richiesto, al fine della salvaguardia delle opere di presidio della
strada (muri, opere di drenaggio, ecc.), che potrebbero non tollerare l'impatto con massi di grosse dimensioni; le suddette indicazioni dovranno essere riportate negli elaborati di progetto.
Quando esiste il pericolo di distacchi improvvisi, il volume roccioso dovrà essere, se necessario, rivestito con rete metallica e/o altro artificio, posti in aderenza e accuratamente ancorati all'intorno.
Nella bonifica di interi versanti, si dovrà operare in maniera tale da operare per trance orizzontali, a partire dall'alto verso il basso.
E' fatto divieto di utilizzare, in parete, detonatori a fuoco con micce a lenta combustione.
Si rende obbligatorio l'impiego di inneschi elettrici e, nel caso di lavori montani, si dovrà fare uso di inneschi elettrici ad alta intensità o nonel.
Gli esplosivi dovranno viaggiare separati dagli inneschi.
E' fatto divieto di lasciare, durante il brillamento, delle corde srotolate in parete.
Dopo il brillamento, si dovrà procedere ad una accurata pulizia di tutti gli elementi lapidei rimasti nella nicchia di distacco, operando con gli strumenti idonei.
Saranno a carico dell'Appaltatore:

- Rispetto delle leggi e delle normative vigenti, oltre alla richiesta ed all'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità
- Polvere, micce, detonatori e tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, ecc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali
- Eventuali assicurazioni ed evacuazione di fabbricati

12.4.3 - Perforazione

Le attrezzature, del tipo idraulico o pneumatico, dovranno essere facilmente trasportate, spostate e posizionate nei punti di perforazione.
La perforatrice dovrà essere generalmente fissata alla parete rocciosa mediante tasselli ad espansione o ancoraggi preventivamente scelti o realizzati appositamente, al fine di garantire la voluta inclinazione.
Dovrà essere predisposta una opportuna controventatura con tirfor o funi.
Lungo i pendii acclivi, la macchina potrà essere collocata su idonea attrezzatura che verrà movimentata lungo il pendio con motoverricelli.
Raggiunta la profondità richiesta, il perforo dovrà essere ripulito dai detriti con aria compressa.
Nel caso di utilizzo di rivestimenti associati alla perforazione, questi saranno di acciaio, le cui dimensioni (spessore tubo, diametro interno, diametro esterno e lunghezza spezzoni) saranno funzione del diametro del perforo e delle caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione.
La necessità di impiego del rivestimento provvisorio è da verificarsi caso per caso, in relazione alle reali caratteristiche del terreno incontrato e, comunque, dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori.
L'Appaltatore potrà impiegare rivestimenti con diverse caratteristiche, in relazione all'attrezzatura
di lavoro scelta, informando preventivamente la Direzione Lavori.
Nel caso si preveda la realizzazione di ponteggi per la messa in sicurezza alle operazioni di perforazione, questi potranno essere realizzati a parete ovvero appoggiati direttamente alla base della parete stessa. I ponteggi sospesi verranno assicurati alla parete mediante l'impiego di tasselli ad espansione o fittoni resinati, collocati in fori allo scopo realizzati e, inoltre, dovranno essere adeguatamente progettati e dimensionati. All'estremità opposta del tassello dovrà essere predisposto un manicotto sagomato, che costituisce il contrasto con l'espansione e permette l'aggancio con i morsetti dei ponteggi tubolari.
E' fatto divieto di fissare le apparecchiature di perforazione direttamente al ponteggio.
Le lavorazioni dovranno essere tassativamente sospese durante le manifestazioni temporalesche.

12.4.4 - Sistemi di rivestimento delle scarpate

12.4.4.1 - Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

Dopo le operazioni di pulizia e disgaggio, lungo il bordo superiore verranno realizzati degli agganci provvisori in

ferro sagomato.
Nel caso siano presenti reti addossate sulla parete, è necessario prevedere il loro taglio parziale e la creazione di aperture, che dovranno essere ripristinate al termine dei lavori.
Si procederà, quindi, alla stesa di un cavo metallico passante per gli agganci, con diametro Ø ≥ 6
mm, al quale verranno fissate provvisoriamente i teli di rete.
I rotoli di rete, preparati e catalogati in funzione dell'area da rivestire, verranno sollevati con l'impiego di mezzi opportuni (autogru, camion gru, elicottero, verricelli, ecc.) fino al bordo superiore, dove dovranno essere fissati, con funi o moschettoni, al cavo provvisorio.
I rotoli verranno stesi secondo le linee di massima pendenza e guidati da due operatori in parete,
con l'intento di rivestire con continuità la parete.
Nell'eventualità che siano presenti degli elementi aggettanti, verranno stesi dei cavi di acciaio orizzontali, fissati ad ancoraggi provvisori, al fine di consentire l'aderenza della rete alla parete.
I teli di rete, una volta stesi lungo la scarpata, dovranno essere collegati tra loro ogni 20 cm con idonee cuciture (non meno di due giri di filo) eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete e diametro pari a 2,20/3,00 mm o con punti metallici meccanizzati di diametro ≥ 3,00 mm e carico di rottura ≥ 1770 N/mm2.
Nella esecuzione dei fori, l'Appaltatore dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta.
La rete verrà ripiegata intorno all'armatura del cordolo, realizzata con tondino per c.a. ad aderenza migliorata. Nelle asole degli ancoraggi di sommità e di piede viene steso un cavo in acciaio zincato. Il cavo, dopo essere stato tesato con attrezzo di trazione da 800 kg, viene fissato agli ancoraggi perimetrali, con coppia di idonei morsetti (tipo a cavallotto).
I bordi sommitali e di piede della rete dovranno essere adeguatamente collegati ai cavi di acciaio. Lungo la fune di contenimento al piede, almeno ogni 10 m, dovrà essere predisposta un'asola con diametro minimo di 1 m, attrezzata con una morsa in semigusci di fusione, avente la funzione di consentire il rapido scarico dei materiali eventualmente trattenuti a tergo della stessa rete.
Sulla rete potrà essere predisposto un rafforzamento, mediante la formazione di un reticolo di funi di contenimento costituito da un'orditura romboidale ed, eventualmente, anche da un'orditura verticale, entrambe in fune metallica del diametro previsto negli elaborati di progetto e comunque Ø ≥ 12.0 mm
La fune, che sarà fatta passare in corrispondenza degli incroci all'interno degli ancoraggi, verrà tesata e bloccata con relativi morsetti in conformità alla norma UNI EN 13411-5.
I cavi posti in opera dovranno essere tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.
I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto"), in numero conforme alla normativa, ovvero in funzione del diametro del cavo.
All'altra estremità verrà posizionato l'attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla
massima trazione.
Si procederà quindi al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità.

12.4.4.2 - Rivestimento di scarpate o pareti rocciose con pannelli di rete in funi di acciaio

I pannelli di rete in trefolo saranno ancorati alla parete con disposizione e frequenza indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia e, comunque, con densità pari ad almeno n. 1 ancoraggio per ogni angolo del pannello e, in ogni caso, con interasse non superiore a 3 m, mediante ancoraggi in barra di acciaio zincato.
Gli incroci delle funi devono essere idoneamente vincolati.
Il carico di rottura a strappo minimo del nodo di giunzione degli incroci fra le funi dovrà essere ≥
22 kN.
Nella esecuzione dei fori, l'Appaltatore dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta, oltre che secondo la predisposizione prevista in progetto.
Il collegamento fra i pannelli rete in fune e gli ancoraggi predisposti sarà realizzato con fune di acciaio della stessa tipologia e diametro di quella costituente l'orditura della maglia, in modo da creare una idonea cucitura fra gli stessi. Tali funi saranno tesate e bloccate con i relativi morsetti, in conformità alla norma UNI EN 13411-5.
Si provvederà all'ancoraggio dei pannelli di rete alla parete con opportuni ancoraggi, la cui disposizione e frequenza, funzione delle caratteristiche della roccia, è indicata negli elaborati di progetto,.
Sui pannelli, potrà essere predisposto un rafforzamento mediante la formazione di un reticolo di contenimento
Tale rafforzamento verrà realizzato predisponendo, sulla parete, l'ubicazione dei punti di perforazione secondo il reticolo previsto in progetto.
Predisposti gli ancoraggi, realizzati con cavo metallico ad anima tessile o con barre di metallo, si procederà alla loro cementazione ed alla loro stesura, facendoli passare all'interno delle asole terminali degli ancoraggi di attacco precedentemente realizzati.

I cavi posti in opera verranno tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.
I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto"), in numero conforme alla Normativa ovvero in funzione del diametro del cavo. (UNI EN 13411-5)
All'altra estremità, verrà posizionato l'attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.
Si procederà quindi al bloccaggio del cavo, con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità.

12.4.4.3 - Realizzazione del reticolo di contenimento in fune

L'intervento consiste nel sovrapporre ad uno dei sistemi di protezione semplice (rete metallica in aderenza, pannelli in aderenza, rete ad anelli in aderenza), un reticolo di funi a disposizione romboidale ed eventualmente verticale.
la fune viene fatta discendere dall'alto verso il basso collegando obliquamente due serie di ancoraggi adiacenti secondo una linea a zig-zag, passando in corrispondenza agli incroci all'interno degli ancoraggi, sarà tesata e bloccata con relativi morsetti in conformità alla norma UNI EN 13411- 5;
sulla sommità ed alla base, le funi del reticolo di contenimento sono bloccate sulle asole degli ancoraggi precedentemente realizzati per il posizionamento del sistema di protezione; altri ancoraggi devono essere posizionati sui bordi laterali dell'intervento e sugli incroci del reticolo romboidale in fune

- le barre di ancoraggio sono infisse nel terreno previa formazione di fori di diametro non inferiore a Ø = 32.0 mm ed iniettati con boiacca di cemento additivata con prodotti antiritiro;
- il collegamento delle funi del reticolo agli ancoraggi si realizza con un asola e morsetti (tipo DIN741 Ø12mm, in quantità di 3 per ogni asola)

Tale rafforzamento verrà realizzato predisponendo sulla parete l'ubicazione dei punti di perforazione secondo il reticolo previsto in progetto.
Predisposti gli ancoraggi realizzati con cavo metallico ad anima metallica o con barre di metallo, si procederà alla loro cementazione ed alla loro stesura, facendoli passare all'interno delle asole terminali degli ancoraggi di attacco precedentemente realizzati.
I cavi posti in opera verranno tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.
I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto"), in numero conforme alla Normativa ovvero in funzione del diametro del cavo. (UNI EN 13411-5)
All'altra estremità verrà posizionato attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.
Si procederà, quindi, al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità.
L'imbragaggio di volumi rocciosi instabili può essere effettuato con l'impiego di una fasciatura in funi metalliche

12.4.4.4 - Imbragaggio di grossi volumi rocciosi instabili

Dopo aver tracciato i punti di perforazione degli ancoraggi, si procederà alla loro esecuzione con l'impiego di idonea macchina perforatrice.
All'interno dei fori, dopo la cementazione, verranno posti in opera gli ancoraggi
Le barre di ancoraggio sono infisse nel terreno previa formazione di fori di diametro non inferiore a Ø = 45.0 mm, iniettati con boiacca di cemento additivata con prodotti antiritiro.
La cementazione verrà eseguita a gravità prima dell'inserimento degli ancoraggi, con le metodologie descritte nel precedente paragrafo relativo alla perforazione.
I cavi posti in opera saranno tagliati con idonea cesoia dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.
I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto") in numero conforme alla normativa, ovvero in funzione del diametro del cavo - UNI EN 13411-5
All'altra estremità verrà posizionato l'attrezzo di trazione manuale, per la tesatura del cavo fino alla massima trazione.
Si procederà quindi al bloccaggio del cavo con morsetti di caratteristiche analoghe a quelle viste in precedenza e con le medesime modalità, ovvero con altri accorgimenti tecnici che garantiscano le medesime prestazioni.
Le modalità di calata, le modalità di lavoro e le attrezzature impiegate saranno le stesse di quelle già viste per il disgaggio.

12.4.4.5 - Rivestimento mediante impiego di calcestruzzo spruzzato

Prima dell'applicazione, la superficie dovrà essere preparata eseguendo i lavori preliminari di seguito descritti.
Nel caso di supporto costituito da terreno o ammasso roccioso:

- rimozione di blocchi instabili o materiale incoerente;
- preumidificazione della superficie, se questa è assorbente;
- captazione e/o controllo preventivo delle venute d'acqua

Nel caso di ripristino di strutture esistenti:

- rimozione dello strato incoerente o fortemente degradato

Si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti sub-verticali di idonea armatura, così come prevista negli elaborati di progetto.
Le eventuali reti di armatura dovranno essere posate e fissate in modo da consentire sia il loro corretto ricoprimento, che di impedire la formazione di vuoti a tergo.
Le reti di armatura dovranno essere fissate con almeno 3 chiodi/m^2, su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2-3 centimetri, per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.
Qualora il progetto preveda uno spessore di calcestruzzo proiettato maggiore di 15 centimetri, ovvero le condizioni operative di fatto producano spessori maggiori di 15 cm, dovrà essere prevista una seconda armatura da fissare con almeno 3 chiodi/m^2, sul doppio strato già in opera, in modo tale da garantire un copriferro finale di almeno 4 centimetri.
Il fissaggio dell'armatura avverrà a mezzo di staffe in acciaio aventi, di norma, il diametro di 10 mm e la lunghezza non inferiore a 40 cm, preventivamente trattate con antiruggine.
Nel caso di impiego di reti di armatura disposte in più strati, la distanza fra gli strati dovrà essere compresa fra 30 e 50 mm, in relazione al diametro massimo degli aggregati.
La distanza fra le reti dovrà essere assicurata da idonei distanziatori in numero adeguato, ovvero mediante presagomature delle reti stesse.
Gli inserti, quali ad esempio le canalette di drenaggio, casseforme a perdere ed altri dispositivi che debbano essere inglobati nel calcestruzzo, dovranno essere saldamente fissati e lo spessore del loro ricoprimento dovrà superare i 4 cm.
I costituenti per la realizzazione della miscela base (cemento, aggregati, aggiunte, acqua, eventuali additivi e fibre) dovranno essere mescolati per il tempo sufficiente a fornire una miscela omogenea, secondo le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p." di ANAS S.p.A.
Sulle pareti sub-verticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento.
Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a 3 cm.
Durante la stesa dell'armatura metallica, l'Appaltatore dovrà provvedere a riquadrare la stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione, a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm, secondo le disposizioni che a tale proposito verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.
Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Appaltatore dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.
In particolare, si dovrà curare l'aderenza del getto alla pareti, al fine di evitare vuoti a tergo del getto.
La proiezione dovrà avvenire ad umido, attraverso un procedimento in cui una pompa spinge la miscela, composta da aggregati, cemento ed acqua senza accelerante, in sospensione in un getto d'aria compressa, nel condotto, mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.
Il dosaggio dell'accelerante dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di dosatori sincronizzati con la pompa e regolati con il flusso di miscela cementizia, in modo da mantenere sempre costante il dosaggio di additivo.
La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa tra 0,50 e 1,50 m.
Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile, in relazione alla tecnica di proiezione prevista ed al tipo di accelerante impiegato.
La distanza fra l'armatura e la parete da rivestire dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 centimetri.
Il controllo della finitura è indispensabile per garantire il necessario copriferro, l'uniformità dello spessore ed un regolare supporto all'eventuale impermeabilizzazione.
La finitura della superficie del calcestruzzo proiettato, nel caso di superficie a vista o di supporto all'impermeabilizzazione, dovrà essere tale che il rapporto tra il diametro (anche equivalente) della
singola irregolarità e la sua profondità/sporgenza non sia maggiore di 0.10. Tutti gli eventuali spigoli dovranno essere arrotondati con raggio maggiore di 0.30 m.
L'eventuale finitura della superficie dovrà essere eseguita immediatamente dopo il completamento dello strato.
Nel caso l'opera richieda l'esecuzione di giunti di costruzione, questi dovranno risultare ortogonali alla superficie del supporto e dovranno essere realizzati sino a una profondità non minore di un terzo dello spessore dello strato.

12.4.5 - Barriere di contenimento massi

La struttura di fondazione dovrà rispondere alle forze che si prevede agiscano durante l'impatto e, inoltre, dovrà avere dimensioni adeguate alle caratteristiche geologiche e geotecniche del sito, che dovranno essere indagate in

maniera specifica da tecnici abilitati
Il piano di posa del basamento del montante, qualora costituito da un getto di calcestruzzo, deve essere eventualmente armato, avere dimensioni in pianta min 0,5x0,5 m ed altezza minima 20 cm e, comunque, tale da portare il basamento al livello necessario per il montaggio della barriera.
Le perforazioni nel terreno di fondazione per la realizzazione delle strutture di sottofondazione dei puntoni di sostegno e degli ancoraggi di fondazione di monte ed alle estremità sono di diametro finale non inferiore a 85 mm oltre che della profondità adeguata a contenere le barre o le funi di ancoraggio della lunghezza prevista in progetto.
La cementazione verrà eseguita a gravità, con le metodologie descritte nel punto relativo alla perforazione.
Tutti gli ancoraggi vengono cementati con boiacca acqua/cemento additivata con antiritiro, pompando la miscela dal fondo del foro fino a rifiuto.
I cavi posti in opera verranno tagliati con idonea cesoia, dopo aver nastrato accuratamente il tratto interessato dal taglio.
I cavi saranno fissati ad una estremità con idonei morsetti (tipo a "cavallotto"), in numero conforme alla normativa, ovvero in funzione del diametro del cavo. (UNI EN 13411-5)
Alla rete principale potrà essere sovrapposta, ove prescritto, una rete a maglia esagonale, di dimensione max cm 8 x 10 a doppia torsione con filo con diametro non inferiore a Ø 2,2. mm

12.4.5.1 - Rilevati per il contenimento dei massi

12.4.5.1.1 - Modalità di costruzione del rilevato

Per quanto riguarda le modalità di costruzione del rilevato si rimanda alle indicazioni riportate nel Capitolato ANAS specifico "Movimenti di Terra".

12.4.5.1.2 - Elementi per il rinforzo dei rilevati per il contenimento dei massi Geogriglie in fibra sintetica

Il materiale deve essere conservato in luogo asciutto e ben ventilato protetto dall'esposizione ai raggi solari e, per nessun motivo, deve essere stoccato in prossimità di materiali infiammabili e fonti di calore.
Una volta installato, dovrà necessariamente essere ricoperto con il materiale da rilevato entro 2 mesi.

12.4.6 - Gabbionate

Preliminarmente, l'Impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa e, quindi, al posizionamento degli elementi metallici collegandoli tra loro mediante idonee cuciture, eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete.
Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.
Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.
Qualora previsto in progetto, è possibile riempire i gabbioni per faccia vista ad opera incerta, ottenuta con sistemazione a mano di pietrame tagliato ed assestato, previa idonea rinzeppatura.
Durante il riempimento, dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.
Il materiale di riempimento dovrà essere messo in opera con operazioni meccanizzate e/o manuali, in modo da consentire un riempimento uniforme ed omogeneo del pietrame e raggiungere sempre una porosità del 30-40% per ottenere un idoneo peso di volume, nel rispetto delle ipotesi di progetto e comunque in modo tale da avere il minor numero di vuoti possibile senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento.
Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

12.4.7 - Opere di sostegno

12.4.7.1 - Muri in gabbioni

I muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori ai 3 m, non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6°, oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori ai 5-6 m, si consiglia una gradonatura verso valle.
Allo scopo di contrastare la deformabilità, comunque elevata, dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti, il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; per motivi statici, sarà evitata la

disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna, adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

12.4.7.2 - Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.

Nel caso dei muri di controripa, la platea gettata in opera è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli; pertanto, in questo tipologia di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea.
Difetti di planarità, verificati con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Impresa dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese. Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia. In assenza di giunti verticali fra i pannelli (tipo "a sella" maschio-femmina, ecc) si dovranno inserire dei profilati in PVC o altro di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm^2 per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.
Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.
Relativamente agli scavi, l'Impresa dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

12.4.7.3 - In terra rinforzata

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato, dovranno essere applicate le norme e le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche: Movimenti di terra" di ANAS S.p.A..
L'Impresa dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato; inoltre, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

12.4.7.4 - Strutture di sostegno a scomparti cellulari

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.
Durante la realizzazione del muro, si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

12.4.7.5 - Strutture di contenimento in elementi scatolari

Ad avvenuto completamento di ciascuna fila, la struttura risultante dovrà essere riempita fino al contatto con la retrostante parete con un misto di cava od altro materiale, permeabile e sciolto, di idonea pezzatura, compattato a fondo all'interno e tra gli elementi, fino all'incontro con la parete a tergo della struttura.
Per il riempimento degli ultimi 20 cm delle superfici che restano in vista, dovrà essere impiegato terreno vegetale, in modo da agevolare l'attecchimento della vegetazione.
Le caratteristiche geometriche degli elementi in conglomerato cementizio vibrato e le modalità esecutive della struttura dovranno essere comunque tali da impedire la fuoriuscita del materiale di riempimento
La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, dimensionata come da progetto e dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, sarà eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.
La struttura dovrà essere completata con gli elementi speciali di chiusura laterale e di chiusura di coronamento; in corrispondenza di ciascun elemento scatolare, dovranno essere impiantate almeno n.3 piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti e, infine, dovrà essere sistemato il terreno a monte del coronamento della struttura.

12.4.8 - Opere di difesa spondale

12.4.8.1 - Prismi in conglomerato cementizio

I prismi dovranno presentare facce piane, avere aspetto compatto e regolarità di forma e dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.
Nell'eventualità che la casseratura interessi solo le quattro facce laterali del prisma, al fine di assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, prima del montaggio delle casseforme sarà necessario provvedere a regolarizzare la superficie di appoggio, spianandola e compattandola in

modo adeguato.
Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato, in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto. Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi.
Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 ore dal getto.
La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi 30 giorni dalla data del loro confezionamento ed, in ogni caso, solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.
Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela, per evitare che i prismi possano essere danneggiati.
Prima di iniziare le operazioni di posa, l'Impresa dovrà procedere al picchettamento della difesa, riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto. Terminate le operazioni di tracciamento, potrà provvedere alla realizzazione della difesa, procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle. La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto, mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato.
Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale, nonché permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti

12.4.8.2 - Massi di roccia

Nell'esecuzione dei lavori, i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore.
Il completamento e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi, che dovranno essere mano a mano completati secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.
Non saranno accettati i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

12.4.8.3 - Materassi in pietrame

Prima della posa in opera, il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.
La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.
E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata; ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.
Dopo aver predisposto sul piano di posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegarli fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto. Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie ed il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti, per rendere più facile tale operazione.
Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte.
Si procederà quindi alle operazioni di riempimento.
Ultimate tali operazioni, si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione, sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni.
Verranno eseguite prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali.
Normalmente, le scarpate di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di l:2 secondo la natura del terreno, prevedendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose.
Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua, vale a dire secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente.
Questa disposizione non è tassativa; a volte, potrà convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente, come ad esempio nei rivestimenti del fondo e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura. La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

12.4.8.4 - Soglie di fondo

Per la loro realizzazione, saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie e la soglia sarà costituita da pietrame di

grossa pezzatura, ovvero si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari (come ad esempio pile di ponti o altro), nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

12.4.9 - Manufatti per lo smaltimento delle acque dal corpo stradale

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, ove necessario, deve essere prevista la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

12.4.9.1 - Tubazioni in calcestruzzo cementizio vibrato

La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa
Le suddette tubazioni dovranno essere poste in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancate; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente Rck ≥ 25 MPa.
Tra la tubazione e la platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento.

12.4.9.2 - Tubazioni in gres ceramico

Le operazioni di movimentazione, carico e scarico, di posa ed installazione, di ricopertura devono avvenire nel rispetto della normativa per la prevenzione degli infortuni e secondo le prescrizioni del P.O.S di cantiere.
Indicazioni sulla posa, sulla geometria delle trincee di installazione, sui materiali per il letto e per il rinfianco possono essere riscontrate nella norma UNI EN 1610 sulla "Costruzione e collaudo dei collettori di fognatura".

12.4.9.3 - Tubazioni in PVC rigido

I giunti di tipo rigido verranno impiegati secondo le indicazioni di progetto.
I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.
Tale tubazione verrà interrata in un cavo delle dimensioni indicate nel progetto, sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con Rck ≥25 MPa.

12.4.10 - Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata

Tassativamente si prescrive che il trasporto, lo scarico e la movimentazione delle lamiere, dei tubi per drenaggio e dei relativi elementi di collegamento e raccordo in cantiere dovranno essere fatti con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto superficiale (bituminoso o epossidico).
La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.
Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta, per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.
Nel caso di terreno a debole portanza, si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente. In presenza, invece, di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore: è assolutamente da evitare il ricorso a materiali di pezzatura superiore a 10 cm.
In ogni caso, si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare (diametro max. 5 mm) asciutta e pulita dello spessore di 20 cm. Tale strato non sarà compattato, per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo
Le teste dei bulloni e i dadi dovranno assicurare una perfetta aderenza. La coppia dinamometrica di serraggio dovrà risultare, al termine del serraggio stesso ed in funzione delle dimensioni e dell'impiego, come da relazione di progetto.
Nella seguente tabella 4 si riportano le indicazioni relative ai tipi commercialmente in uso:
Tabella 4: Coppie di serraggio minime e massime

Tipo di ondulazione	Diametro bullone (minimo) Classe 8.8	Coppia serraggio minimo (Nm)	Coppia serraggio massima (Nm)

T70	M12	45	160
T100	M12	45	220
T150	M20	180	440

Valori superiori dei diametri dei bulloni e della coppia di serraggio sono ammissibili sulla base delle indicazioni progettuali e, previa verifica sperimentale, che il serraggio applicato non determini la rottura dei bulloni.
I tubi per drenaggio saranno posti in opera in modo da presentare i fori nella parte inferiore, al
fine di impedire all'acqua di trascinare detriti e materiali sabbiosi all'interno.
Il materiale di rinfianco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.
Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.
Il rinterro ed il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 20-30 cm massimo, utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, utilizzando materiale da rilevato stradale in conformità alle norme UNI EN 13242:2013 e UNI EN 13285:2010 e le specifiche indicazioni di progetto.
Il rinterro avverrà a strati orizzontali disposti, in modo che il livello di interramento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.
La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione "Movimenti terra" del presente Capitolato.
Nelle parti immediatamente adiacenti alle strutture, per uno spessore di 20 cm tutt'attorno, si interporrà uno strato di sabbia monogranulare (diametro max. 5 mm) asciutta e pulita il cui costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano.
In generale, occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica,
si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.
Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.
Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'idonea ripartizione del carico, al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.
Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

12.4.11 - Canalette

12.4.11.1 - Canalette ad embrici

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.
Prima della posa in opera, l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni
n.3 elementi di canaletta, per impedire il loro slittamento a valle.
In sommità, la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio, gettato in opera o prefabbricato.
La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

12.4.12 - Cunette

12.4.12.1 - Rivestimenti con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato

I suddetti elementi prefabbricati saranno posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti, che potrebbero compromettere la resistenza della struttura

12.4.12.2 - Rivestimenti in muratura di pietrame

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di

posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

12.4.13 - Cordonature

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; inoltre, dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.
Le cordonature verranno poste in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente Rck ≥ 25 MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/m^3 di cemento, che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

12.5 - 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 evidenzia, inoltre, che tale documentazione contabile resterà di proprietà della Provincia di Savona.
Tutto ciò premesso e stabilito, 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.

12.5.1.1 - Criteri di misura

12.5.1.1.1 - Gabbioni

I gabbioni verranno computati per l'effettivo volume secondo il relativo articolo di Elenco Prezzi che comprende anche la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura del filo per legature e tiranti ed il riempimento.

12.5.1.1.2 - Materassi metallici

I materassi metallici verranno computati in funzione del loro spessore, misurando la superficie effettiva secondo i relativi articoli di Elenco Prezzi che comprendono anche la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura del filo per legature e tiranti, nonché il materiale di riempimento.

12.5.1.1.3 - Scogliere per le difese spondali

Le scogliere per le difese spondali verranno computate per il loro volume effettivo, misurato vuoto per pieno, senza tener conto di eventuali eccedenze rispetto alle sezioni teoriche di progetto.

12.5.1.1.4 - Canalette ad embrice

Le canalette ad embrice verranno computate misurando l'effettivo sviluppo lungo il loro asse, senza tener conto della sovrapposizione tra gli elementi secondo il relativo articolo di Elenco Prezzi che comprende anche lo scavo, il costipamento del terreno d'appoggio ed il bloccaggio con tondini infissi in terra.

12.5.1.1.5 - Mantellate di rivestimento

Le mantellate di rivestimento, tanto quelle in lastre quanto quelle a grigliato articolato, saranno computate in base alla loro superficie effettiva.

12.5.1.1.6 - Rivestimento di cunette e fossi di guardia

Il rivestimento delle cunette e dei fossi di guardia verrà computati secondo i relativi articoli di Elenco Prezzi.

12.5.1.1.7 - Manufatti tubolari per tombini e sottopassi

I manufatti tubolari per tombini e sottopassi in lamiera d'acciaio ondulata e zincata saranno computati in base al loro peso determinato prima della posa in opera mediante pesatura, secondo come disposto nel presente Capitolato. Per altre tipologie di manufatti gli stessi verranno computati secondo i relativi articoli di Elenco Prezzi.

12.5.1.1.8 - Muri di sostegno costituiti da pannelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, anche precompresso

I muri di sostegno costituiti da pannelli prefabbricati verranno computati in base alla loro superficie, così come ottenuta dalla misurazione dell'effettiva lunghezza del muro per ciascuna altezza. L'altezza sarà misurata sulla faccia in vista di ogni pannello, dall'estradosso della fondazione alla sommità del pannello stesso.
I pannelli con profilo superiore inclinato saranno misurati fino all'orizzontale passante per lo spigolo più alto.
I relativi articoli di Elenco Prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nel presente Capitolato.
Ad esclusione di:

- gli scavi per l'impianto del muro;
- le opere di fondazione;
- l'eventuale drenaggio a tergo del muro;
- l'eventuale coronamento in sommità;
- la formazione del rilevato a tergo del muro

12.5.1.1.9 - Muri di sostegno a scomparti cellulari in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio armato e vibrato

I muri di sostegno a scomparti cellulari verranno computati misurando il volume effettivo tra le facce esterne degli elementi longitudinali e trasversali, dal piano di appoggio all'estradosso dell'ultimo elemento longitudinale superiore.
Nel calcolo del rapporto volumetrico tra gli elementi in conglomerato cementizio e la struttura complessiva, per i primi si dovrà adottare il volume effettivo (che, comunque, non dovrà essere superiore a quello teorico di progetto), mentre per la seconda si dovrà considerare il volume della struttura stessa.
I relativi articoli di Elenco Prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, contengono anche quelli previsti nel presente Capitolato, con particolare riferimento alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi prefabbricati in c.a.v.; al materiale di riempimento degli scomparti cellulari; al terreno agrario ed alle essenze arbustive.
Ad esclusione degli gli scavi per la formazione del piano di posa e l'eventuale base di appoggio in cls nonché la fpo del terreno per vaschette e piantine di essenze arbustive.

12.5.1.1.10 - Muri di sostegno costituiti da elementi scatolari prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato

I muri di sostegno costituiti da elementi scatolari prefabbricati saranno computati misurando la proiezione verticale della superficie in vista, sulla base della lunghezza effettiva della struttura e dell'altezza (dall'intradosso dell'elemento inferiore all'estradosso di quello superiore), distintamente per strutture costituite da elementi tipo di uguali dimensioni.
I relativi articoli di Elenco Prezzi, oltre a comprendere tutti gli oneri in essi richiamati, prevedono anche quelli indicati nel presente Capitolato, con particolare riferimento alla fornitura ed alla posa in opera degli elementi prefabbricati in c.a.v. (compresi i relativi elementi speciali); al materiale di riempimento; alle essenze arbustive ed alla sistemazione a monte del coronamento.
Sono invece esclusi:

- gli scavi;
- la fondazione in conglomerato cementizio

Le suddette voci saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

12.6 - NON CONFORMITÀ E SANZIONI

In caso di esito negativo delle prove di accettazione dei materiali, di cui al paragrafo precedente, la partita sarà ritenuta non conforme e la D.L. procederà come in tabella 5:
Tabella 5: Azioni sulla non conformità.

Non Conformità	Azioni
Per irregolarità relative alla qualità dei materiali e alle caratteristiche geometriche degli elementi (spessori, dimensioni, ecc.) e quanto altro possa concorrere, anche in modo parziale, a compromettere la resistenza strutturale.	L'Appaltatore sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti.
Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di sicurezza, minore al 20% di spessore in meno.	Il materiale sarà accettato dalla D.L. ma verrà applicata una sanzione economica così ripartita: • 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 concorrano a compromettere le prestazioni dei dispositivi di sicurezza, uguale o superiore al 20% di spessore in meno.	L'Appaltatore sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti.

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

12.7 - COLLAUDO

Il Collaudatore, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al collaudo delle opere allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali.
Le prove richieste dal Collaudatore saranno a carico dell'Appaltatore
Vengono di seguito descritte le modalità di collaudo delle caratteristiche geometriche, dimensionali e strutturali dei dispositivi di sicurezza:

- Documentazione amministrativa;

- Elaborati costruttivi finali dell'opera;
- Prove sui materiali;
- Certificati di conformità CE (ove prescritto);
- Rapporti di prova (ove prescritto);
- Manuale di installazione;
- Manuale di manutenzione;
- Certificato di Corretta posa in opera (ove prescritto).

Nel dettaglio, il collaudatore potrà effettuare:

- Verifica delle caratteristiche geometriche e dimensionali;
- 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.

12.8 - APPENDICE

1. I fili elementari dell'anima metallica della fune avranno resistenza nominale ≥ 1770 N/mm^2 (in conformità alle norme UNI EN 12385-4 o UNI ISO 2408; per le caratteristiche del filo si fa riferimento alla UNI EN 10264-2 o UNI ISO 2232, e protezione contro la corrosione in CLASSE A, se il rivestimento è in zinco e in CLASSE B se il rivestimento è in lega Zn-Al (5%).
2. Le barre d'acciaio (costituenti gli ancoraggi), realizzate secondo norma EN10080, sono munite di idoneo golfare, con funzione di "passacavo" e saranno collocate all'interno di fori con diametro ø ≥ 32 mm e cementati con malta cementizia antiritiro, la cui disposizione e frequenza è indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia.
3. Le funi di acciaio (costituenti gli ancoraggi), con caratteristiche di cui al p.to 1, è munita ad un'estremità di una redancia bloccata con manicotto, secondo UNI EN 13411-3 e capo libero all'altra estremità, saranno collocate all'interno di fori di diametro ø ≥ 32 mm e cementate con malta cementizia antiritiro, la cui disposizione e frequenza è indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia
4. Le funi di acciaio (costituenti gli ancoraggi), con caratteristiche di cui al p.to 1, è munita ad un'estremità di una asola corredata di redancia zincata a caldo (UNI EN ISO 1461) bloccata con manicotto, secondo UNI EN 13411-3 e capo libero all'altra estremità, saranno collocate all'interno di fori di diametro ø ≥ 85 mm e cementate con malta cementizia antiritiro, la cui disposizione e frequenza è indicata negli elaborati di progetto in funzione delle caratteristiche della roccia. L'asola sarà fissata con manicotto in alluminio (in stabilimento) e sarà rivestita con un tubo di protezione in acciaio inox o in materiale polimerico o composito. Gli ancoraggi saranno corredati da centratori in acciaio zincato con interasse non superiore a 1,00 m.
5. Tabella di equivalenza tra i valori di rigidità anulari tubazioni PE

Tabella 6: Tabella di equivalenza tra i valori di rigidità anulari tubazioni PE

UNI 11424	**EN 13476**	**DIN 16961**
CLASSE (S)	**SN.**	**SERIE (S_{R24})**
	SN 2 (= 2 kN/m^2)	**SERIE 3** S_{R24} 8 (= 8 kN /m^2/4)
	SN 4 (= 4 kN /m^2)	SERIE 4 S_{R24} 16 (= 16 kN /m^2/4)
CLASSE A S8 (= 8 kN /m^2)	**SN 8** (= 8 kN /m^2)	**SERIE 5** S_{R24} 31,5 (= 31,5 kN /m^2/4)
CLASSE B S12 (= 12 kN /m^2)		
CLASSE c S16	**SN 16**	**SERIE 6**

(= 16 kN /m²)	(= 16 kN /m²)	S_{R24} 63 (= 63 kN /m²/4)

12.8.1 - NORMATIVE E RIFERIMENTI

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, recante la "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n.7 del 21 gennaio 2019, relativa alle "Istruzioni per l'applicazione delle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione";
- Circolare 24.09.1988 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione";
- Norma CNR 10006:2002 "Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre"
- Norma UNI EN 14475 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Terra rinforzata"
- Norma UNI 11437 "Opere di difesa dalla caduta massi – Prove su reti per rivestimento di versanti"
- Norma UNI EN 10223-3 "Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Reti di acciaio a maglie esagonali per impieghi industriali"
- Norma UNI EN 10218-1 "Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità - Parte 1: Metodi di prova" e Parte 2 "Dimensioni e tolleranze dei fili"
- Norma UNI EN 10218-2 "Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità - Parte 2: Dimensioni e tolleranze dei fili"
- Norma UNI EN 10244-2 "Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio - Rivestimenti di zinco o leghe di zinco"
- Norma UNI EN 10245-2 "Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti organici sui fili di acciaio – Fili rivestiti in PVC"
- Norma UNI EN 10245-5 "Fili e prodotti trafilati di acciaio - Rivestimenti organici sui fili di acciaio – Fili rivestiti in poliammide"
- "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione", approvate dalla Prima Sezione della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con parere n.69 reso nell'adunanza del 2 luglio 2013
- Regolamento UE n.305/2011, "che fissa le Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione ed abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio"
- UNI EN 1295-1 "Progetto strutturale di tubazioni interrate sottoposte a differenti condizioni di carico"
- prEN 1295-3 "Structural design of buried pipelines under various conditions of loading – Part 3: Common method"
- EN 13476-1 "Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 1: General requirements and performance characteristics"
- EN 13476-3 (tipoB) "Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 3: Specifications for pipes and fittings with smooth internal and profiled external surface and the system, Type B"
- UNI ENV 1046 "Sistemi di tubazioni e condotte di material plastica. Sistemi di adduzione d'acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati. Raccomandazioni per installazione interrata e fuori terra"
- UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura"
- UNI EN 681-1 "Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata"
- DPR 6 giugno 2001, n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001).
- UNI EN 10051:2011 - Nastri laminati a caldo in continuo e lamiere/fogli tagliati da nastri larghi di acciai non legati e legati - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma (in vigore dal 26 gennaio 2011).
- UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali (in vigore dal 1 aprile 2005). Sostituisce il riferimento alle norme AASTHO (American Association Of State Transport Highway Officials) M36-70 ed

M167-70, oggi sostanzialmente accettate o fatte proprie. Queste prescrivevano, fra l'altro, l'impiego di acciai di qualità con carico di rottura non inferiore a 340 MPa, un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40% ed una zincatura non inferiore a 305 gr/m2.

- UNI EN ISO 1461:2009 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova (in vigore dal 9 luglio 2009).
- UNI EN ISO 14713-1:2010 - Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione (in vigore dal 27 gennaio 2010).
- UNI EN ISO 898-1:2013 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine (in vigore dal 20 giugno 2013).
- UNI EN ISO 898-2:2012 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine (in vigore dal 17 maggio 2012)
- UNI EN ISO 12683:2005 - Rivestimenti di zinco depositati meccanicamente - Specifiche e metodi di prova (in vigore dall'1 aprile 2005)
- UNI EN 10346:2009 - Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura (in vigore dall'11 giugno 2009) la quale sostituisce la norma EN 10327 (ed.: luglio 2004) che specifica i requisiti per i nastri e le lamiere rivestiti per immersione a caldo in continuo di acciai a basso tenore di carbonio rivestiti con zinco, lega zincoferro, lega zinco-alluminio, lega alluminio-zinco e lega alluminio-silicio con spessori da 0,35 mm fino a 3,0 mm.
- UNI 11406:2011 - Rivestimenti metallici protettivi dei materiali ferrosi - Prova di uniformità dello strato di zincatura su materiali zincati a caldo - Metodo secondo Preece (in vigore dal 17 febbraio 2011). La norma definisce il metodo di prova di tipo qualitativo da seguire per stabilire l'uniformità dello strato di zincatura presente su materiali ferrosi zincati per immersione a caldo. La norma si basa sui contenuti della UNI 5743:1966, ritirata.
- UNI EN 13242:2013 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade (in vigore dal 20 giugno 2013) La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 13242 (ed.: mag-2013). La norma specifica le proprietà di aggregati ottenuti mediante processo naturale o industriale oppure riciclati per materiali non legati e legati con leganti idraulici, per impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.
- UNI EN 13285:2010 - Miscele non legate - Specifiche (in vigore dal 14 ottobre 2010, è la versione ufficiale della norma europea EN 13285 ed.: set-2010; sostituisce la UNI 10006:2002). La norma specifica i requisiti per miscele non legate impiegate per la costruzione e la manutenzione di strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico, con gli opportuni riferimenti alla UNI EN 13242. La norma si applica a miscele non legate di aggregati naturali, artificiali e riciclati con una dimensione superiore del setaccio (D) compresa tra 8 mm e 90 mm, e una dimensione inferiore del setaccio (d) pari a 0.

CAPO - 13 - Pavimentazioni stradali

13.1 - PREMESSA

I materiali dovranno corrispondere a quanto stabilito dalla normativa di settore e dal presente documento.
I materiali potranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti del presente documento.
In ogni caso i materiali e le loro miscele prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori, sia per i lavori prescrizionali, che per quelli prestazionali.

Caratteristiche dei materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.
Per ciò che riguarda le loro miscele, e lavorazioni, valgono le prescrizioni e le indicazioni riportate negli appositi articoli.
La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti univocamente dalle presenti norme, in base al giudizio della Direzione dei Lavori.



I conglomerati bituminosi per essere ritenuti **idonei e quindi impiegabili**, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE (sopra un esempio).
I requisiti **obbligatori** richiesti sono:

- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale);
- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia);
- Composizione granulometrica (valore %);
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale).

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nelle presenti norme, oltre alle altre qui richieste, ma non facenti parte della marcatura CE.

Generalità per l'esecuzione dei lavori - Autocontrollo dell'Impresa

L'autocontrollo da parte dell'Impresa esecutrice consiste nella verifica diretta dei materiali delle miscele e delle lavorazioni finalizzate all'ottenimento delle prestazioni richieste, quindi deve prevedere le seguenti modalità per ciascuna fase delle lavorazioni:

- prima dell'esecuzione dei lavori
- durante l'esecuzione dei lavori
- al termine dei lavori eseguiti

A - Prima dell'esecuzione dei lavori

L'Impresa è tenuta, a propria cura e spese, a formulare gli studi delle miscele completi delle prove di laboratorio **riguardanti i lavori**, che tengano conto della disponibilità dei materiali, delle specificità degli impianti di fabbricazione e del cantiere di stesa, per la definizione delle miscele da porre in opera ed il mix design, valutato in conformità alle presenti Norme Tecniche, è impegnativo per l'Impresa.
Gli studi dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L. e dovranno contenere:

- tipo di miscela, sito di applicazione (strada, carreggiata, corsia, quantità ecc) impianto di produzione;
- aggregati: provenienza, granulometrie, PSV, percentuali di impiego, fresato compreso;
- caratteristiche volumetriche (% vuoti, pesi di volume) e meccaniche (resistenza a trazione indiretta, coefficiente di trazione indiretta e resistenza a compressione);
- percentuale di legante (bitume o emulsione), tipo, fornitore, dati e scheda tecnica relativa;

- eventuale impiego di additivi (con indicate le percentuali di progetto);
- descrizione degli impianti e delle attrezzature utilizzate per produrre le miscele e per applicarle definiti in tipologia, caratteristiche e modalità operative.

Tutte le curve di progetto per le miscele contenenti bitume e/o cemento devono essere verificate mediante l'impiego della apparecchiatura "Pressa Giratoria".

Entro 15 gg dalla presentazione degli studi, il Committente si riserva la facoltà di rifiutare gli studi proposti, chiedendone il rifacimento.

L'accettazione delle miscele da parte della DL, che potrà effettuare controlli con i Laboratori descritti in seguito, non solleverà l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati finali prescritti.

L'utilizzo dei Laboratori esterni, che potranno provvedere anche alle misure ad alto rendimento eseguite ai fini dei controlli prestazionali, sono possibili, purché i loro processi siano accreditati ISO9001; a meno che non siano accreditate ISO17025.

B - Autocontrollo durante l'esecuzione dei lavori

Durante l'esecuzione dei lavori il controllo basato sulle presenti Norme Tecniche andrà esercitato in modo continuo dai Laboratori dell'Impresa che a questo fine dovrà disporre di attrezzature e personale dedicato.

La DL si riserva la facoltà di verificare la sufficienza di dette prove, qualora le ritenga non adeguate per i controlli di produzione.

Il Committente potrà comunque effettuare controlli tramite Laboratori di sua fiducia ai fini del rilievo del modus operandi delle Imprese in corso d'opera e al fine della verifica di congruità tra il progetto presentato e il lavoro in esecuzione.

In tale ambito potrà richiedere documentazione (schede tecniche, bolle di accompagno ecc.) atte a facilitare la verifica di idoneità delle lavorazioni in oggetto.

Tutti i prelievi dei materiali devono essere effettuati in contraddittorio con l'Impresa.

In caso di lavorazioni di particolare rilevanza e complessità, come i riciclaggi in sito, va prevista l'effettuazione di una serie di verifiche in corso d'opera, considerando la possibile variabilità del materiale da stabilizzare per cui potrebbe essere insufficiente l'effettuazione di un solo studio (mix design) per ottimizzare la lavorazione.

Tali attività di autocontrollo durante l'esecuzione dei lavori, necessarie per la corretta esecuzione delle lavorazioni, sono obbligatorie e a carico dell'Impresa.

Resta a carico della Provincia di Savona l'onere delle verifiche sui materiali e relative certificazioni ai sensi della normativa vigente.

C- Controlli al termine dei lavori eseguiti

Ai fini dell'attività di verifica finale, saranno eseguiti i controlli e le prove disposte per l'accertamento dei requisiti e delle prestazioni nel rispetto delle presenti NT (Art.13.4 - - CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI), che saranno a cura e spese dele Provincia di Savona secondo quanto previsto dal vigente Regolamento.

Ulteriori controlli disposti dall'organo di collaudo saranno a cura e spese dell'Impresa.

Le tariffe applicate per l'esecuzione delle prove inerenti i requisiti di idoneità (miscele, aggregati, bitumi, ecc.), eventuale verifica dei lavori in sito e prove di alto rendimento, saranno applicate secondo quanto riportato dal tariffario di riferimento.

Prescrizioni generali per le attività di verifica

Per le attività di verifica di cui ai punti A B e C, l'Impresa sarà comunque sempre obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, l'invio di campioni ad ogni Laboratorio indicato dalla Direzione Lavori.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Quando la Direzione dei Lavori rifiutasse una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita prestazione delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Norme di misurazione

Tutte le lavorazioni verranno valutate in base alla superficie ordinata, secondo le larghezze e con gli spessori finiti prescritti dal progetto.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per le forniture degli inerti e del legante secondo le formule accettate e/o prescritte dalla Direzione Lavori, la fornitura e la stesa del legante per mano di attacco e di ancoraggio (laddove inclusa nella corrispondente voce di elenco prezzi), il nolo dei macchinari funzionanti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione dei materiali, la manodopera, l'attrezzatura e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

In particolare, si intendono compensati con i relativi prezzi anche tutti gli oneri relativi alla stesa a mano dei conglomerati nelle zone inaccessibili alle macchine, quali ad esempio quelle tra le barriere di sicurezza.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, avrà la facoltà di tollerare localmente, ed in via del tutto eccezionale, valori degli indicatori di controllo dei requisiti difformi rispetto ai valori stabiliti.

Nel caso di esecuzione di ricariche su avvallamenti del piano viabile, e di stesa di microtappeti per la risagomatura di ormaie, le quantità di conglomerato impiegato verranno contabilizzate a volume compattato.
Si stabilisce che i conglomerati bituminosi e in genere i materiali legati a bitume e/o cemento (schiumati) dovranno essere approvvigionati da impianti ubicati di norma a distanza non superiore ai 70 km dai luoghi di impiego.

Demolizione delle pavimentazioni

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore, o parte di esso, dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.
Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla DL; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo per lo stoccaggio e il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.
Il materiale fresato resta di proprietà dell'Impresa che deve essere dotata delle necessarie autorizzazioni allo stoccaggio e al reimpiego come disciplinato dalle norme di settore, e secondo le previsioni del progetto, del Contratto, del CSA e dell'EP.
La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera. Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata, tra cresta e gola, superiore a 0,5 cm.
L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione previsti nel progetto e definiti dalla DL. Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi per difetto o per eccesso, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori che potrà autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.
La demolizione degli strati bituminosi potrà essere effettuata con uno o più passaggi di fresa, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla DL; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 20 cm di base per ciascun lato.
La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla DL munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.
Le pareti dei giunti, sia longitudinali sia trasversali, dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento privo di sgretolature.
Sia la superficie risultante dalla fresatura, che le pareti del cavo, dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.
Non è ammessa la demolizione dell'intera sovrastruttura con escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. se non espressamente previsto nel progetto o autorizzata.
Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.
L'impresa, prima dell'inizio delle demolizioni, dovrà accertarsi della eventuale presenza nelle pavimentazioni di sensori per la misura del traffico (spire induttive, sensori piezoelettrici ecc.).
Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sui sensori dovranno essere riparati a cura e spese dell'impresa.

13.2 - LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI

13.2.1 - LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

13.2.1.1 - BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli con le caratteristiche indicate in tab. 7.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all'art. 13.3 - - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO. Le tabelle seguenti si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne (stoccaggi), nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; la non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste comporta l'applicazione delle detrazioni di cui all'art. 13.3.4 - - REQUISITI DI LABORATORIO SOTTOPOSTI A DETRAZIONE, qualora il materiale sia accettato dalla DL.

TABELLA 7.A		Bitume 50/70	Bitume 70/100
caratteristiche	**U.M.**	**Valore**	
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di rammollimento	° C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass, min.	° C	≤-6	≤-8

ritorno elastico a 25° C	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
viscosità dinamica 160°C (Shear rate $5*10^2$ s^{-1}) viscosità dinamica 160°C (cilindri coassiali S21 20rpm)	Pa x s	0,03-0,15	0,02-0,15
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test)			
incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
penetrazione residua	%	≥40	≥50

I leganti bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE, i requisiti obbligatori richiesti sono:

	Es. marcatura CE
N° di identificazione dell'ente notificato	
SOCIETA' 09 n.certificato	
EN 12591:09 Bitume per applicazioni stradali: 50/70 Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426)… . 50-70 x 0,1 mm Punto di rammollimento (UNI EN 1427) … 46-54 °C	

- Penetrazione a 25°C
- Punto di rammollimento

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

13.2.1.2 - BITUMI MODIFICATI

I bitumi di base di tipo 70-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in modo hard HD (modifica forte) con le caratteristiche riportate nella tabella 7.B sottostante.

TABELLA 7.B - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI		
caratteristiche	**U.M.**	**Hard**

		4%-6% HD (°)
penetrazione a 25° C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	≥ 80
viscosità dinamica 160°C (Shear rate $5*10^2$ s^{-1}) viscosità dinamica 160°C (cilindri coassiali S21 20rpm)	Pa x s	0,15-0,55
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	≤ 3(°°)
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
penetrazione residua a 25° C	%	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	° C	≤ 5

(°) le percentuali indicate si riferiscono alla quantità di polimero impiegata
(°°) entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di più di 5°C
Il bitume modificato Hard può anche essere utilizzato per realizzare mani d'attacco da applicare tra base, basebinder, binder e usure di qualsiasi tipologia. Esso deve possedere le caratteristiche riportate nella tabella 7.C sottostante.

TABELLA 7.C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO		
BITUME HARD		
caratteristiche	U.M.	valori
penetrazione a 25° C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	60-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
viscosità dinamica a 160° C (Shear rate $5*10^2$ s^{-1})	Pa x s	0,10-0,55

I leganti bituminosi modificati per essere ritenuti **idonei e quindi impiegabili**, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.
I requisiti **obbligatori** richiesti sono:

- Penetrazione a 25°C
- Punto di rammollimento
- Ritorno elastico a 25°C

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

CE N° di identificazione dell'ente notificato	Es. marcatura CE
SOCIETA' 10 **n.certificato**	
EN 14023:10 Bitume modificati con polimeri per applicazioni stradali: 25-55/70 Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426).....25-55 x 0,1 mm Punto di rammollimento (UNI EN 1427) .....≥70°C Ritorno elastico a 25°C (UNI EN 13398).....≥70%	

13.2.1.3 - BITUME PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO MEDIANTE TECNICA DELLO SCHIUMATO

Per utilizzare la tecnologia del riciclaggio a freddo mediante bitume schiumato si dovrà usare un legante TQ adatto alla "schiumatura"; con le seguenti caratteristiche:

Palla e anello (°C)	40-60	-
Penetrazione (dmm)	80-100	-
Rapporto di espansione	> 20	Rapporto tra volume schiuma e volume liquido
Tempo di dimezzamento (half life) - sec	> 15	Tempo per dimezzare il volume di schiuma
Velocità di espansione - sec	< 5	Tempo per arrivare al massimo volume

La "velocità di espansione" è il tempo necessario al bitume per raggiungere il massimo volume di schiumaggio alla prescelta quantità di acqua a partire dalla fine della fase di spruzzaggio. Ai fini della scelta della percentuale di acqua ottima (acqua di schiumaggio), nel range di accettabilità, è da preferire il valore che produce il max volume di schiumaggio, ferma restando la condizione di non superare mai il 4,5 % di acqua.
NB: le curve della figura sono esemplificative e non prescrittive

13.2.2 - EMULSIONI BITUMINOSE

13.2.2.1 - EMULSIONI BITUMINOSE (CATIONICHE NON MODIFICATE) PER MANO DI ATTACCO

Per mano di attacco si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.
La mano d'attacco può essere realizzata con emulsioni bituminose cationiche non modificate solo tra base e basebinder, binder e usure chiuse nel caso si tratti di conglomerati realizzati con bitume tal quale. In tutti gli altri casi, fatta eccezione per le usure aperte, per le quali deve essere utilizzato bitume modificato hard, si usa bitume o emulsione affine con i conglomerati da realizzare.

TABELLA 7.D - EMULSIONI BITUMINOSE (cationiche non modificate) per mano di attacco			
caratteristiche	**unità di misura**	**Emulsioni a rapida rottura**	**Emulsioni a media velocità di rottura**
contenuto d'acqua	% in peso	≤40	≤45
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 55
grado di acidità (pH)		2-5	2-5
polarità delle particelle		positiva (cationiche) o negativa (anioniche)	
caratteristiche del bitume estratto			
penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150
punto di rammollimento	° C	≥ 40	≥ 40
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

Le emulsioni cationiche bituminose per essere ritenuti **idonei e quindi impiegabili**, dovranno essere dotate obbligatoriamente di marcatura CE.
I requisiti **obbligatori** richiesti sono:

N° di identificazione dell'ente notificato	Es. marcatura CE
SOCIETA' **13** **n.certificato**	

Emulsioni cationiche bituminose per applicazioni stradali: C69 B 2

pH (UNI EN 12850)..... 2-5

Contenuto di bitume (UNI EN 1428) 67-71%

Polarità particelle bitume (UNI EN 1430)..... positiva

CARATTERISTICHE DEL LEGANTE:

Penetrazione a 25°C (UNI EN 1426) ..... ≤(150) x 0,1 mm

Punto di rammollimento (UNI EN 1427) ..... ≥43 °C

- pH
- Contenuto di acqua
- Polarità particelle bitume

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

13.2.2.2 - EMULSIONI BITUMINOSE (CATIONICHE NON MODIFICATE) PER MANO DI ANCORAGGIO (C55B4)

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e, al contempo, fornendo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.
Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C55B4) rispondente alle specifiche indicate nella tabella sottostante, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,3 kg/m^2.

EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 4					
Requisito	**Norma**	**Simbolo**	**Unità di misura**	**Valori richiesti**	**Categoria**
Polarità	UNI EN 1430	-		Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	45+/-1	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	-	%	55+/-1	4
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	r	%	> 53	4
Contenutoflussante	UNI EN 1431	o	%	< 3	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN	BV		110 – 195	4

	12850				

13.2.2.3 - EMULSIONI BITUMINOSE (CATIONICHE NON MODIFICATE) SOVRASTABILIZZATE (C60B10)

Le emulsioni bituminose di bitume distillato (non modificato) sovrastabilizzate sono emulsioni cationiche a rottura molto lenta (non rompono immediatamente a contatto con il cemento) con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C60B10) rispondente alle specifiche indicate nella tabella sottostante.
Le emulsioni sovrastabilizzate vengono impiegate per la realizzazione di strati di fondazione legate o non legate stabilizzati con cemento ed emulsione bituminosa. Le stesse emulsioni devono essere impiegate a protezione di strati finiti di miscele stabilizzate con cemento, con calce e cemento, con
cemento e bitume schiumato, con cemento ed emulsione bituminosa e a protezione del misto cementato.
Tali emulsioni devono avere le caratteristiche riportate nella tabella sottostante.

EMULSIONE BITUMINOSA C 60 B10					
Requisito	**Norma**	**Simbolo**	**Unità di misura**	**Valori richiesti**	**Categoria**
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	W	%	40+/-1	6
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	-	%	> 59	6
Omogeneità	UNI EN 1429	-	%	≤ 0,2	
Sedimentazione a 7gg.	UNI EN 12847	ST	%	≤ 10	3
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850	pH		2÷4	
Miscelazione con legante idraulico	UNI EN 12848	-	%	< 2	10
Caratteristiche bitume estratto	UNI EN 1431				
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	P	0,1mm	50 - 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	T	°C	35 - 56	8
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	T	°C	< -8	6

13.2.2.4 - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANO DI ATTACCO (C69BP3)

La mano d'attacco può anche essere realizzata con emulsione di bitume modificato con polimeri, spruzzata con

apposita spanditrice automatica oppure, come già introdotto nel paragrafo 13.2.1.2 - - BITUMI MODIFICATI, con bitume modificato con polimeri steso a caldo nella stessa quantità di bitume residuo dell'emulsione, per unità di superficie.
Per consentire il transito dei mezzi di stesa la mano d'attacco deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia, filler o latte di calce. Eventuali granuli non perfettamente ancorati alla mano d'attacco devono essere asportati mediante moto spazzatrice prima della stesa del sovrastante strato di conglomerato bituminoso a caldo.
Il dosaggio di emulsione bituminosa o del bitume spruzzato a caldo e la quantità del materiale di ricoprimento devono essere adottati dall'Impresa in modo che sia soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretta eseguita con l'apparto Leutner (SN 670461).
Il dosaggio consigliato di bitume modificato con polimeri residuo dell'emulsione, o del bitume modificato con polimeri spruzzato a caldo, deve essere pari a 0,40 kg/m2 nel caso di stesa della base su pavimentazione precedentemente fresata, di 0,35 kg/m2 nel caso di ricarica (stesa di base su pavimentazione preesistente), di 0,30 kg/m2 nel caso di interfaccia tra due strati di base stesi separatamente (base stesa in due passate).
L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 69% di bitume residuo modificato con polimeri (designazione secondo UNI EN 13808: C69BP3) rispondente alle specifiche indicate nella tabella sottostante.
Il bitume modificato steso a caldo deve avere le caratteristiche del bitume residuo indicate nella TABELLA 7.C riportata nell'art. 13.2.1.2 - - BITUMI MODIFICATI.

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI – C 69 BP 3					
Requisito	**Norma**	**Simbolo**	**Unità di misura**	**Valori richiesti**	**Categoria**
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	30+/-1	9
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	67 – 71	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	o	%	0	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV		70 – 155	3
Residuo bituminoso (per evaporazione)					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	50-70	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	> 65	2
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	-	°C	< -15	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	RE	%	≥ 75	4
Coesione con Force ductility a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	-	J/cm2	≥ 2.0	6

13.2.2.5 - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE E SOVRASTABILIZZATE PER STRATI DI BASE RICICLATE A FREDDO (C60BP10)

L'emulsione per strati di base riciclate a freddo deve essere un'emulsione cationica sovra stabilizzata a rottura lenta (non devono rompere immediatamente a contatto con il cemento) con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C60BP10) rispondente alle specifiche indicate nella tabella sottostante.

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO C60BP10					
Requisito	**Norma**	**Simbo-lo**	**unità di misura**	**Valori ri-chiesti**	**Classe**
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	W	%	40+/-1	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	r	%	60+/-1	6
Contenuto flussante	UNI EN 1431	-	%	0	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850	pH		2 – 4	-
Miscelazione con cemento	UNI EN 12848		%	< 2	10
Residuo bituminoso (per eva-porazione)					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	50-70	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	> 60	2
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	-	°C	< -13	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	RE	%	≥50	5

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal Produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.
Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR
n. 380/2001.

13.2.3 - ADDITIVI RIGENERANTI/FLUIDIFICANTI

Gli additivi rigeneranti/fluidificanti sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni in cui si reimpiegano materiali fresati nella produzione di conglomerati bituminosi a caldo.
Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica,

coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo).
Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2%-0,8% in peso rispetto al legante totale, secondo indicazioni della DL ed in accordo con i Laboratori accreditati; a seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può anche essere aggiunto nel fresato, durante la fresatura, nel caso di impiego diretto.
I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate per la relativa accettazione.
Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.
In alternativa agli additivi rigeneranti e/o flussanti, allo stesso scopo possono essere utilizzati bitumi appositamente formulati specifici per il riciclaggio del conglomerato.

13.2.4 - ATTIVANTI DI ADESIONE (DOPES, DP)

Gli attivanti di adesione hanno la funzione di di aumentare l'adesione inerte/bitume.
Gli attivanti di adesione debbono essere impiegati nel caso si utilizzino aggregati ad elevato tenore in silice come quarziti, graniti ecc (per esempio porfido).
In generale gli attivanti di adesione danno vantaggi anche nel caso di lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche non favorevoli, con aggregati umidi, per pavimentazioni esposte a condizioni severe (temperature basse, frequente spargimento di sali fondenti ecc.).
Indicativamente si impiegano in ragione di 0,3 - 0,6 % in peso sul bitume a seconda della natura mineralogica dell'inerte, delle caratteristiche del legante (viscosità) e della miscela da realizzare.
In linea generale vanno aumentati per miscele aperte e/o bitumi a bassa viscosità e viceversa. Gli attivanti devono essere dispersi nel bitume.
I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate per la relativa accettazione.
Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.
Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.
La sensibilità all'acqua del conglomerato bituminoso di usura va dichiarata nello studio della miscela e nella DoP. La verifica alla sensibilità all'acqua, a discrezione della DL, sarà eseguita secondo la UNI EN 12697- 12.

13.2.5 - FIBRE PER IL RINFORZO STRUTTURALE DEL BITUME (FB)

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del conglomerato bituminoso, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.
Possono essere impiegate per conglomerati bituminosi con % di vuoti > 15% (a n° giri medio N2 alla giratoria) per aumentarne la stabilità nel tempo.
Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.
L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale o sintetica; si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc).
In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).
L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele.
L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disgregazione e dispersione nel conglomerato, oltreché per evitare fenomeni di dispersione in aria.
Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.
Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.
Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche: Tabella fibre rinforzanti

Lunghezza (µm)	200 – 6000
Diametro (µm)	8 - 20

Resistenza alla trazione (GPa)	1,5 - 3
Allungamento massimo (%)	1 - 3
Punto di fusione (°C)	> 300 °C

La validità delle fibre o delle loro miscele, dovrà esser verificata con le prove prestazionali del legante completo, ottenuto operando con le miscele drenanti standard di riferimento approvate da laboratori accreditati realizzando provini con e senza fibre valutandone l'efficacia in termini di resistenze a trazione diametrale.
Tutti i prodotti devono essere approvati sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati e devono essere accompagnati da scheda tecnica e di sicurezza.

13.2.6 - TABELLA SINOTTICA DEI MATERIALI LEGANTI E LORO ADDITIVI

Le lavorazioni previste devono essere eseguite impiegando i leganti bituminosi adeguati:

Lavorazioni	**Leganti**			**Additivi**		
Usure A e B (D.01.021, D.01.024, D.01.027)	TQ	HD		rigenerante	DP	
Usura B con compound polimerici (D.01.023)	TQ			rigenerante	DP	
Usura A con compound polimerici (D.01.028)	TQ			rigenerante	DP	
Usura drenante (D.01.036)		HD			DP	FB
Usura tipo dense graded confezionata a tiepido (D.01.039)	TQ				DP	
Usura a bassa emissione sonora (D.01.040)		HD		rigenerante	DP	
Usura con scorie d'acciaieria (D.01.042)		HD		rigenerante	DP	
Microtappeto di usura (D.01.048)			C60BP10			
Rappezzi localizzati (D.01.050)	TQ	HD		rigenerante	DP	
Pavimentazione di marciapiedi (D.01.047)	TQ					
Binder (D.01.017)	TQ	HD		rigenerante	DP	
Binder con compound polimerici (D.01.019)	TQ			rigenerante	DP	
Base (D.01.005)	TQ	HD		rigenerante	DP	
Base con compound polimerici (D.01.006)	TQ			rigenerante	DP	

Basebinder (D.01.011)	TQ	HD		rigenerante	DP	
Basebinder con compound polimerici (D.01.013)	TQ			rigenerante	DP	
Risagomature (D.01.008)	TQ	HD		rigenerante	DP	
Risagomature con compound polimerici (D.01.007)	TQ			rigenerante	DP	
Riciclaggio a freddo di strato di base con emulsione (D.01.010)			C60BP10	rigenerante		
Riciclaggio con bitume schiumato in sito (D.01.004.a)	TQ			rigenerante		
Riciclaggio a freddo di fondazione stradale con emulsione in sito (D.01.004.b)			C60B10	rigenerante		

Additivi rigeneranti/fluidificanti, DP e FB vanno utilizzati su indicazioni della DL.

13.2.7 - TABELLA SINOTTICA DELLE MANI D'ATTACCO/ANCORAGGIO

Le lavorazioni previste devono essere eseguite applicando al di sopra degli strati compattati le mani d'attacco/ancoraggio adeguate come indicato nella tabella sottostante:

Lavorazioni	**Mano d'attacco/ancoraggio**					
Binder*	HD	Emulsione non modificata	C69BP3			
Base*	HD	Emulsione non modificata	C69BP3			
Basebinder*	HD	Emulsione non modificata	C69BP3			
Risagomature	HD	Emulsione non modificata	C69BP3			
Riciclaggio a freddo di strato di base con emulsione in sito				C60BP10		
Riciclaggio a freddo di strato di base con emulsione in impianto				C60BP10		
Riciclaggio con bitume schiumato in sito					C60B10	
Riciclaggio a freddo di fondazione stradale con emulsione in sito					C60B10	
Misto cementato					C60B10	

Misto granulare						C55B 4

*Qualora l'usura da stendere al di sopra dello strato di binder sia di tipo aperto e nello specifico caso dei risanamenti superficiali, la mano d'attacco da applicare dovrà essere necessariamente realizzata con bitume modificato Hard (Vedi art. 13.2.1.2 - - BITUMI MODIFICATI)

13.2.8 - NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI

Bitumi semisolidi

Penetrazione	Normativa UNI EN 1426
Punto di rammollimento	Normativa UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	Normativa UNI EN 12593
Ritorno elastico	Normativa UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio tube te-st	Normativa UNI EN 13399
Viscosità dinamica (metodo cono-piatto)	Normativa UNI EN 13702
Viscosità dinamica (cilindri coassiali)	Normativa UNI EN 13302
Perdita per riscaldamento in strato sottile (RTFOT)	Normativa UNI EN 12607-1

Emulsioni bituminose

Contenuto di bitume (residuo per distillazione)	Normativa UNI EN 1431
Contenuto d'acqua	Normativa UNI EN 1428
Grado di acidità	Normativa UNI EN 12850
Polarità delle particelle	Normativa UNI EN 1430
Recupero del legante	Normativa UNI EN 13074
Sedimentazione	Normativa UNI EN 12847

13.3 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

13.3.1 - CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BASEBINDER, BINDER, USURA

Queste miscele possono essere impiegate per tutte le tipologie di lavorazione, **Manutenzione Ordinaria (MO), Manutenzione Straordinaria (MS) e Nuove Costruzioni (NC)**, con l'eccezione della Base che dovrebbe essere impiegata per MO solo in casi di lavorazioni di piccole entità ed improrogabili.

13.3.1.1 - DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di aggregati lapidei naturali (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi), e/o artificiali (argilla espansa, scoria di acciaieria, etc…), e/o in parte riciclati (provenienti da conglomerato bituminoso di recupero) impastata a caldo con bitume semisolido di cui
all'art. 7.1 di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, basebinder, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate in premessa.

13.3.1.2 - BITUME

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 13.2 - - LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI, i conglomerati di base, basebinder, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

13.3.1.3 - AGGREGATI

Gli aggregati possono essere lapidei o di natura artificiale. In ogni caso dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043; i granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.
La miscela degli aggregati è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13108-1.
Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente (almeno) ai requisiti richiesti

13.3.1.4 - AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A 31,5 MM)

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa (anche di origine artificiale), purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti.

13.3.1.4.1 - STRATO DI BASE

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati aggregati lapidei frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.
Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

13.3.1.4.2 - STRATO DI BASEBINDER

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati aggregati lapidei frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 80% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.
Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

13.3.1.4.3 - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente aggregati lapidei frantumati (privi di facce tonde), con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 25%.
Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

13.3.1.4.4 - STRATO DI USURA

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole

classi granulometriche (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale a 20% ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di acciaieria ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, di volta in volta, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.
Poiché tali materiali possono avere pesi di volume notevolmente diversi dagli aggregati lapidei usuali, nella formulazione della granulometria degli aggregati e della percentuale di bitume si devono apportare adeguate correzioni per tenere conto delle diverse masse volumiche.
Gli aggregati dovranno poi rispondere ai seguenti requisiti:

- coefficiente di appiattimento minore o uguale a 15% (UNI EN 933-3);
- resistenza alla levigabilità PSV (Polished Stone Value) per singola tipologia di aggregato maggiore o uguale a 46 (UNI EN 1097-8);
- resistenza al gelo/disgelo minore o uguale all' 1% (UNI EN 1367-1).

E' facoltà della Provincia di Savona accettare l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale di impiego di questi ultimi, sul totale degli aggregati, non deve essere superiore al 50%.
Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) ≥ 80%; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.
È inoltre facoltà della Provincia di Savona non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del CAT, scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.
I valori idonei di PSV non assicurano il raggiungimento dei prescritti valori di CAT in quanto sull'aderenza incidono anche altri fattori quali, ad esempio, la natura litologica della sabbia.

13.3.1.5 - AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 4 MM)

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.
L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale a 75 nel caso di impiego in strati di usura, ovvero superiore o uguale a 60 negli altri casi.

13.3.1.6 - ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:
  - setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%
  - setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%
  - setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%
- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): NP
- palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta_{R\&B}$ > 5%

13.3.1.7 - MISCELE

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

13.3.1.7.1 - BASE CON BITUME MODIFICATO E TAL QUALE

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
Setaccio 31.5	100
setaccio 20	68-88
setaccio 16	55-78
setaccio 8	36-60
setaccio 4	25-48

Setaccio 2	18-38
Setaccio 0,5	8-21
setaccio 0,25	5-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 3,8%-5,2% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 8 e 15 cm.

13.3.1.7.2 - BASEBINDER CON BITUME MODIFICATO E TAL QUALE

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
Setaccio 31.5	100
setaccio 20	78-100
setaccio 16	66-86
setaccio 8	42-62
setaccio 4	30-50
Setaccio 2	20-38
Setaccio 0,5	8-21
setaccio 0,25	5-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,0%-5,3% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 7 e 12 cm.

13.3.1.7.3 - BINDER CON BITUME MODIFICATO E TAL QUALE

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
setaccio 20	100
setaccio 16	90-100
setaccio 12,5	66-86
setaccio 8	52-72
setaccio 4	34-54
Setaccio 2	25-40
Setaccio 0,5	10-22
setaccio 0,25	6-16
setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,1%-5,5% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 8 cm.

13.3.1.7.4 - USURA TIPO "A" E "B" CON BITUME MODIFICATO E TAL QUALE

Tipo "A"

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %	passante totale in peso %
	FUSO A	FUSO B
setaccio 16	100	-
setaccio 12,5	90-100	100
setaccio 8	70-88	90-100
setaccio 4	40-58	44-64
Setaccio 2	25-38	28-42
Setaccio 0,5	10-20	12-24
setaccio 0,25	8-16	8-18
setaccio 0,063	6-10	6-10

Bitume, riferito alla miscela, 4,5%-6,1% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 6 cm per l'usura tipo A e 3 cm per il tipo B.
La DL si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

13.3.1.7.5 - USURA A CON ARGILLA ESPANSA CON BITUME MODIFICATO E TAL QUALE

Ai fini di realizzare tratti con elevate caratteristiche di resistenza alla "lucidatura" è possibile impiegare nella miscela di usura "A" l'inerte artificiale argilla espansa; inoltre è possibile l'impiego di tale
materiale in aree dove mancano aggregati di adeguate prestazioni per la realizzazione delle miscele superficiali.
Gli aggregati dovranno avere resistenza alla levigabilità PSV ≥46.
Per la realizzazione della usura A con argilla espansa valgono le stesse prescrizioni valide per l'usura tipo A con l'aggiunta delle seguenti condizioni per l'argilla espansa:

- l'argilla espansa dovrà essere di tipo resistente o strutturale con pezzatura 4/10mm
- la resistenza dei granuli allo schiacciamento ≥27 daN/cm2
- l'argilla dovrà essere impiegata in percentuali comprese tra 10 e 12 % in peso sulla miscela degli aggregati

La percentuale di bitume riferita alla miscela, deve essere compresa tra 5,4% e 6,8%.
Ai fini della lavorazione l'argilla espansa dovrà essere stoccata in cantiere in idonei siti per evitare che venga a contatto con pioggia o acqua in generale.
L'impiego di argilla espansa può essere esteso anche al binder con le stesse caratteristiche e modalità di impiego. L'impiego della miscela di binder alleggerita (insieme all'usura) può essere prevista nel caso si voglia ridurre il peso proprio dell'impalcato nel caso di uso sui ponti o viadotti, consentendo imbottiture, impiego di barriere più pesanti, ampliamenti ecc.

13.3.1.7.6 - CONGLOMERATI BITUMINOSI MIGLIORATI MEDIANTE L'ADDITIVAZIONE DI COMPOUND POLIMERICI

Ai fini di elevare la resistenza meccanica (cioè la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli) e la vita utile dei conglomerati bituminosi
chiusi con bitume Tal Quale 50/70 (TABELLA 7.A) è possibile prevedere l'utilizzo di compound polimerici nelle miscele, appositamente studiati per tali scopi.
Tali prodotti, di norma, sono impiegati per lavorazioni su strade soggette a carichi pesanti o dove risulta difficoltoso reperire bitumi modificati.
Le formulazioni delle miscele in riferimento alla percentuale di legante, aggregati, curva granulometrica restano le medesime dei conglomerati tradizionali descritti nei paragrafi precedenti, così come le modalità di messa in opera.

La percentuale di impiego del compound dovrà essere compresa nell'intervallo 3%-5% rispetto al peso del bitume, e lo stesso dovrà essere aggiunto direttamente nel mescolatore dell'impianto con l'utilizzo di una macchina pneumatica dosatrice dotata di bilancia e controllo delle quantità immesse.
Inoltre la quantità di impiego del compound dovrà essere dinamicamente correlata alla quantità di bitume immesso mediante l'interfacciamento della macchina dosatrice con l'impianto di produzione.
L'immissione deve avvenire subito dopo lo scarico degli aggregati e prima del bitume.
Il fornitore del compound dovrà assicurare la necessaria assistenza ai fini di garantire la giusta modalità di applicazione in impianto e durante la stesa del prodotto stesso.
Poiché la funzione principale di questa tipologia di prodotti è quella di aumentare la rigidezza e la vita utile dei conglomerati, è estremamente importante effettuare gli studi di prequalifica per determinare i corretti dosaggi in funzione delle prestazioni da ottenere.
Ai fini della verifica delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dovranno essere realizzati provini con pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale); il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C e 40 °C.
I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

In aggiunta ai controlli tradizionali in opera vanno eseguite sui carotaggi anche le prove di modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26 Annesso C) che dovranno rispettare i seguenti requisiti:

(*) I provini ricavati dalle carote dovranno avere spessori compresi tra 30 mm e 75 mm

Caratteristiche dei polimeri impiegabili
L'impiego di tali prodotti dovrà essere approvato dalla DL, inoltre tali prodotti devono essere accompagnati da scheda di sicurezza e scheda tecnica (redatta secondo le indicazioni riportate nel CSA) dove sono indicate caratteristiche, modalità di impiego e provenienza.
Il compound dovrà essere formato da granuli semisolidi a basso peso molecolare dalle seguenti caratteristiche:

Compound polimerico			
caratteristiche	**norma**	**unità di misura**	**valori**
Composizione (polimero sia vergine che riciclato)	ISO 11357 (analisi DSC) e 11348 (analisi TGA)	% in peso	Polipropilene (PP) 60÷70 Polietilene (LDPE e HD-PE) 16÷30
Aspetto	-	-	Granuli di forma omogenea
Odore	-	-	Inodore
Dimensioni	-	mm	2-4

Umidità	ISO 15512 (Karl Fischer)	%	< 1
Densità	ISO 1183-1 (metodo per immersione)	g/cm3	0,70-1,34
Ceneri	UNI ISO 3451-1	%	10÷14
Volatile matter	ASTM D5668 (1 ora a 120°C)	%	0,5 – 0,9
Indice di fluidità	ISO 1133	cc/10'	230°C / 2,16 kg MVR: 10 – 40 190 °C / 5 kg MVR: 3,5 - 4,5
Indice di fluidità	ISO 1133	g/10'	230°C / 2,16 kg MVR: 7,5 – 34,5 190 °C / 5 kg MVR: 3,2 - 4,2

Il fornitore deve consegnare documentazione (test di cessione, emissioni in atmosfera, ecc) attestante la sicurezza del prodotto che non dovrà rilasciare sostanze pericolose sia a caldo (per le temperature di stesa previste dal CSA) che a freddo (temperature di esercizio delle pavimentazioni);

- essere conforme al regolamento REACH;
- essere dotato di marchio "Plastica Seconda Vita" o analogo.

13.3.1.8 - USURA TIPO "A" E "B" A BASSA LEVIGABILITÀ (ELEVATA ADERENZA)

Ai fini di realizzare tratti con elevate caratteristiche di aderenza è possibile impiegare nella miscela di usura inerti artificiali; inoltre è possibile l'impiego di tale materiale in aree dove mancano aggregati di adeguate prestazioni per la realizzazione delle miscele superficiali.
Per la realizzazione della usura con scorie di acciaieria valgono le stesse prescrizioni indicate per l'usura tipo A e B.
Poiché l'inerte artificiale può avere pesi di volume notevolmente diversi dagli aggregati lapidei usuali, nella formulazione della granulometria degli aggregati e della percentuale di bitume si devono apportare adeguate correzioni per tenere conto delle diverse masse volumiche. Nel mix design vanno obbligatoriamente indicate le percentuali di impiego delle singole frazioni granulometriche e del bitume sia riferite al peso che al volume della miscela.
Il fuso granulometrico dovrà essere rispettato impiegando una percentuale in peso da un minimo del 20% a un massimo del 30% di aggregato artificiale costituito da scorie di acciaieria.
Bitume modificato hard, riferito alla miscela, 4,5%-5,7% (UNI EN 12697-1 e 39).
Gli aggregati artificiali costituiti da scorie di acciaieria dovranno avere resistenza alla levigabilità PSV ≥50 e una perdita in peso alla prova Los Angeles (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore al 20%.

13.3.1.9 - USURA TIPO SMA (SPLITT MASTIX ASPHALT)

Lo splittmastix è una miscela a granulometria discontinua, con elevata percentuale di bitume modificato HD (art. 7.2.1) e filler, con additivi stabilizzanti ed è a basso tenore di vuoti.
Lo SMA viene realizzato nell'obiettivo di incrementare le caratteristiche di durabilità, resistenza alle deformazioni, rugosità superficiale (macrorugosità) ed impermeabilità verso gli strati inferiori.
Gli aggregati dovranno essere tutti di frantumazione, naturali e rispondere ai seguenti requisiti:

- coefficiente di appiattimento minore o uguale a 15% (UNI EN 933-3);
- resistenza alla levigabilità PSV (Polished Stone Value) per singola tipologia di aggregato maggiore o uguale a

46 (UNI EN 1097-8);
- perdita in peso alla prova Los Angeles (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore al 20%.
- resistenza al gelo/disgelo minore o uguale all' 1% (UNI EN 1367-1).

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
	FUSO
setaccio 16	100
setaccio 12,5	90-100
setaccio 8	50-70
setaccio 4	28-44
Setaccio 2	20-31
Setaccio 0,5	13-22
setaccio 0,25	10-18
setaccio 0,063	8-12

Bitume modificato HD, riferito alla miscela, 6,0%-7,5% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 3,5 e 5 cm. Ai fini della verifica delle caratteristiche volumetriche e meccaniche dovranno essere realizzati provini con pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	600 ± 3
Angolo di rotazione	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	100
Numero di giri totali (N3)	180

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale); il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	SMA	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	8-13
N2	100	2-4
N3	180	≥ 1

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.
I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume HD
Rt (GPa x 10-3)	0,95 – 1,70*
CTI (GPa x 10-3)	≥ 70

* Nei casi in cui la prova di trazione indiretta viene eseguita su miscele sfuse di conglomerato bituminoso prelevate in cantiere e successivamente riscaldate in laboratorio, il valore massimo di Rt è aumentato di 0,25.
È previsto l'impiego di fibre addensanti/stabilizzanti di cellulosa, minerali o sintetiche (o miste) ai fini di stabilizzare il mastice di bitume nella percentuale indicativa 0,2%-0,4% in peso sugli inerti.
Nella miscela di progetto dovrà essere specificata la tipologia di fibre impiegate e la loro idoneità all'uso comprese le caratteristiche di sicurezza richiamate al punto 7.5 "Fibre per il rinforzo del bitume".
Particolare attenzione dovrà essere posta alle temperature di produzione e stesa ed alle modalità di messa in opera in relazione alla presenza dell'elevato tenore di bitume e filler che insieme alle fibre compongono il "mastice".
Sono da evitare gli impieghi dei rulli gommati (o misti acciaio gomma).
Le restanti caratteristiche e requisiti richiesti della miscela non specificati fanno riferimento ai requisiti richiesti per l'usura tipo A.

13.3.1.10 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.
Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne.
Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	600 ± 3	
Angolo di rotazione	1,25 ± 0,02	
Velocità di rotazione (giri/min)	30	
Diametro provino (mm)	150	Per base e basebinder
Diametro provino (mm)	100	Per usura A ,B e binder

13.3.1.10.1 - STRATO DI BASE E BASEBINDER

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza.
I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante.
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale); il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Base e base-binder		% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	HD	
N1	10	10	11-15

N2	100	120	3-6
N3	180	200	≥ 2

Le miscele studiate in laboratorio e quelle prodotte in impianto e prelevate alla stesa, compattate mediante pressa giratoria a N3, dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.
I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	**Miscele con bitume HD**
Rt (GPa x 10-3)	0,72 – 1,40*	0,95 – 1,70*
CTI (GPa x 10-3)	≥ 60	≥ 70

* Nei casi in cui la prova di trazione indiretta viene eseguita su miscele sfuse di conglomerato bituminoso prelevate in cantiere e successivamente riscaldate in laboratorio, il valore massimo di Rt è aumentato di 0,25.

13.3.1.10.2 - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante.
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale); il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	binder		**% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)**
	TQ	**HD**	
N1	10	10	11-15
N2	100	120	3-6
N3	180	200	≥ 2

Le miscele studiate in laboratorio e quelle prodotte in impianto e prelevate alla stesa, compattate mediante pressa giratoria a N3, dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C. I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	**Miscele con e HD**
Rt (GPa x 10-3)	0,72 – 1,40*	0,95 – 1,70*
CTI (GPa x 10-3)	≥ 60	≥ 70

* Nei casi in cui la prova di trazione indiretta viene eseguita su miscele sfuse di conglomerato bituminoso prelevate

in cantiere e successivamente riscaldate in laboratorio, il valore massimo di Rt è aumentato di 0,25.

13.3.1.10.3 - STRATO DI USURA

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.
I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante.
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).
Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Usura A e B		**% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)**
	TQ	**HD**	
N1	10	10	11-15
N2	120	140	3-6
N3	210	230	≥ 2

Le miscele studiate in laboratorio e quelle prodotte in impianto e prelevate alla stesa, compattate mediante pressa giratoria a N3, dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.
I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	**Miscele con bitume HD**
Rt (GPa x 10-3)	0,72 – 1,40*	0,95 – 1,70*
CTI (GPa x 10-3)	≥ 60	≥ 70

* Nei casi in cui la prova di trazione indiretta viene eseguita su miscele sfuse di conglomerato bituminoso prelevate in cantiere e successivamente riscaldate in laboratorio, il valore massimo di Rt è aumentato di 0,25.

13.3.1.10.4 - CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Le seguenti attività di controllo, di tipo prescrittivo, si applicano sempre ai lavori di Manutenzione Ordinaria (MO), ai lavori di Manutenzione Straordinaria (MS) e Nuove Costruzioni (NC) secondo quanto indicato nella premessa e riportato nell'art. 13.4.1 - - PREMESSE.
L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali delle miscele (mix design).
Una volta accettata dalla DL la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenervisi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.
Le tolleranze ammesse relative alla granulometria risultante rispetto alla miscela ottimale approvata sono:

Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2mm)	5%
Aggregato fino (passante setaccio al 2mm e trattenuto al setaccio 0,063mm)	3%
Additivi Filler (passante al setaccio 0,063mm)	1,5%

Per la percentuale di bitume non sarà accettato uno scostamento da quella di progetto di ± 0,3% e sempre contenuta nei limiti indicati per ciascuna miscela. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate in stesa, all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.
Dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

1. la verifica granulometrica dei singoli aggregati prelevati in impianto;
2. la verifica della composizione del conglomerato andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice;
3. sui prelievi di conglomerato andranno inoltre realizzati provini giratoria per il controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi (art. 13.3.1.10 - - REQUISITI DI ACCETTAZIONE);
4. i controlli 2 e 3 saranno effettuati ogni 400 tonnellate per base e basebinder e ogni 200 tonnellate per binder e usura. Per piccole stese (<300mt) almeno n.1 prelievo a lavorazione per ciascuno strato. Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del **bitume**, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno ogni 500 m3 di conglomerato (per ciascun strato) con prelievi a norma UNI EN 58 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto.
Per lavorazioni di estensione inferiori a 500mt è sufficiente un prelievo per strato
In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli che riterrà necessari atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

13.3.1.10.5 - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La DL potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.
Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.
La zona destinata all'ammanimento degli aggregati lapidei sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.
Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.
Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati lapidei con il legante.
La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato.
Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.
L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

13.3.1.10.6 - POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.
La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La DL si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.
Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spruzzato con emulsione bituminosa per mano di attacco per assicurare la saldatura della striscia successiva.
Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.
La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.
Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.
Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.
L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa.
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.
La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.
Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.
La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base, basebinder e binder - rullo tandem vibrante più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 14 tonnellate, oppure rullo combinato ferro-gomma;
- strato di usura – rullo tandem vibrante con peso di almeno 10 tonnellate , oppure combinato ferro-gomma.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 tonnellate per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.
Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 13.4 - - CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI. Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto granulare dovrà essere realizzata una mano di ancoraggio con emulsione a lenta rottura (vedi art. 13.2.2.2 - - EMULSIONI BITUMINOSE (CATIONICHE NON MODIFICATE) PER MANO DI ANCORAGGIO (C55B4)) coperta con sabbia fine o filler al fine di evitare l'asportazione da parte dei mezzi d'opera. L'eventuale materiale in eccesso non trattenuto dall'emulsione bituminosa deve essere rimosso prima della stesa del conglomerato bituminoso.
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.
Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6-1,2 kg/m².
Nel caso di risanamenti superficiali l'uso del bitume modificato Hard come mano di attacco è d'obbligo.
Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

13.3.1.10.7 - CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO (FRESATO) – MODALITA' DI REIMPIEGO

In caso di utilizzo di materiale bituminoso di recupero (fresato), la classificazione del materiale andrà fatta secondo la UNI EN 13108/8.
I conglomerati bituminosi di recupero delle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito "fresati", sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Essi possono essere utilizzati nei conglomerati bituminosi a caldo, nel riciclaggio a freddo

oppure nella formazione dei rilevati fino a un massimo del 30% della miscela degli aggregati.
Il fresato non può essere impiegato negli strati di fondazione e sottofondazione in misto granulare (senza leganti aggiunti) e nei misti cementati.
L'impiego del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal TU Ambientale 152/06 e successive integrazioni. In particolare, la messa in riserva e l'impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all'esecuzione del "test di cessione" sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente n° 72 del 5 febbraio 1998 (Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del DL n° 22 del 5 febbraio 1997).
I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata.
Ai fini del massimo reimpiego nelle miscele a caldo di conglomerati bituminosi fresati, si danno qui di seguito le indicazioni necessarie al corretto utilizzo.
Per gli strati di base basebinder e binder si possono usare fresati di qualsiasi provenienza, mentre per le miscele da impiegare negli strati di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura aperte o chiuse purché le caratteristiche dell'aggregato grosso siano conformi a quelle previste per gli aggregati di primo impiego.
Tutto il fresato prima dell'impiego va "vagliato" al 30 mm, per gli strati di base e basebinder, e al 20 mm per gli strati di binder e usura; ciò al fine di evitare di comprendere elementi grossolani e per ridurre la "variabilità" della miscela.
L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (0,2 – 0,5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati come indicato all'art 7.3 e vanno impiegati in particolari zone (es. zone ad elevato traffico) e sempre su indicazione della DL.
In caso di impiego di fresato le percentuali minime di bitume totale salgono di 0,2% per tutte le miscele (vedi punti 13.3.1.7 - - MISCELE e 13.3.1.10 - - REQUISITI DI ACCETTAZIONE) considerando nella miscela totale anche il bitume contenuto nel fresato.
Il controllo della percentuale di fresato da parte della DL potrà essere effettuato direttamente in impianto.
Ai fini del reimpiego (in base alla disponibilità e alla tipologia dell'impianto) e possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

% di impiego di fresato				
Conglomerato	**Usura A e B**	**Binder**	**Basebinder**	**Base**
% di fresato	≤15	≤20	≤20	≤25
% di rigenerante sul bitume	0,2	0,2	0,3	0,3
	0,4	0,4	0,5	0,5

L'Impresa che si avvale di impianti di produzione moderni per la gestione di elevati quantità di fresato, può proporre alla Direzione Lavori l'impiego di una maggiore quantità di fresato (fino al 40% per strati di base, fino al 35% per strati di collegamento e fino al 25% per strati di usura chiusa, escluso il drenante) a condizione che venga utilizzato un legante bituminoso con un contenuto di polimeri elastomerici (SBS) più elevato rispetto al bitume modificato hard, tale da compensare la mancanza o la carenza di polimeri SBS nel bitume apportato dal conglomerato bituminoso di recupero.
La percentuale di conglomerato bituminoso di recupero (fresato) ed il tipo di bitume modificato che si intendono impiegare devono essere obbligatoriamente dichiarati nello studio della miscela (mix design) - contenente un accertamento delle prestazioni/caratteristiche meccaniche che devono risultare del tutto simili a quelle del conglomerato bituminoso senza fresato - che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.
La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, ha facoltà di accettare o meno la proposta.

13.3.2 - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA DRENANTE E DRENANTE ALLEGGERITO CON ARGILLA ESPANSA

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, possibilmente di origine effusiva, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.
Queste miscele possono essere previste per tutte le tipologie di lavorazione, **Manutenzione Ordinaria (MO) Manutenzione Straordinaria (MS) e Nuove Costruzioni (NC)**.

Dovranno essere impiegate prevalentemente con le seguenti finalità:
- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva).
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza)

Gli aggregati dovranno essere stoccati in appositi siti, ben separati fra le varie pezzature e in zone prive di ristagni d'acqua o di terreni argillosi.
I leganti bituminosi devono essere stoccati in idonee cisterne con controllo delle temperature.
Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate in premessa.

13.3.2.1 - AGGREGATI LAPIDEI

Gli aggregati devono essere costituiti da aggregati naturali (preferibilmente di natura basaltica) o in percentuali ridotte da aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di acciaieria ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.
E' facoltà della Provincia di Savona accettare l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti, in questo caso, fermo restando tutti gli altri requisiti, la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 40%.
Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) ≥80%; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.
Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore con i seguenti requisiti:
- resistenza alla levigabilità PSV (Polished Stone Value) maggiore o uguale a 46 (UNI EN 1097- 8);
- perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) non superiore al 18% in peso;
- resistenza al gelo e disgelo (UNI EN 1367-1) ≤ 1;
- coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);
- percentuale di superfici frantumate (UNI EN 933-5) uguale a 80%. Per gli aggregati fini in particolare;
- l'equivalente in sabbia, di una eventuale miscela delle sabbie da frantumazione, determinato secondo la prova (UNI EN 933-8) dovrà essere superiore a 75;
- passante al setaccio 0,063 (UNI EN 933-1) <18. Gli additivi dovranno rispettare i seguenti requisiti;
- passante al setaccio 2 mm (UNI EN 933-10) uguale al 100%;
- passante al setaccio 0,125 (UNI EN 933-10) compreso tra 85 e 100%;
- passante al setaccio 0,063 (UNI EN 933-10) compreso tra 70 e 100%;
- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) N.P;
- palla e anello (filler/bitume=1,5) (UNI EN 13179-1) ΔR&B> 5%.

L'impiego di fibre per il rinforzo strutturale delle miscele avverrà con quantità comprese tra 0,05 e 0,5% (art.7.5) in peso sugli aggregati a seconda del tipo di fibra impiegata e comunque secondo le quantità e le modalità indicate sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati.

13.3.2.2 - MISCELA

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei seguenti fusi:

	USURA DRENANTE (sp. 4-6 cm)	**DRENANTE CON ARGILLA ESPANSA (sp. 3-4 cm)**
setacci UNI	**passante totale % in peso**	**passante totale % in peso**
Setaccio 20	100	
Setaccio 14	90-100	100
Setaccio 12,5	-	94-100
Setaccio 10	-	75-85
Setaccio 8	12-35	-

Setaccio 6,3	-	20-32
Setaccio 4	7-18	8-14
Setaccio 2	6-12	6-12
Setaccio 0,5	5-11	5-11
Setaccio 0,25	5-10	5-10
Setaccio 0,063	4-8	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,8%-5,8% per usura drenante (UNI EN 12697-1 e 39) e 5,3%-6,3% per usura drenante con argilla espansa
Per la realizzazione del drenante alleggerito con argilla espansa valgono le seguenti indicazioni:

- L'argilla espansa dovrà essere di tipo strutturale con pezzatura 6/14
- Resistenza dei granuli allo schiacciamento ≥43 daN/cm2
- L'argilla dovrà essere impiegata in percentuali in peso comprese tra 10 e 12 %

Ai fini della lavorazione l'argilla espansa dovrà essere stoccata in cantiere in idonei siti per evitare che venga a contatto con pioggia o acqua in generale.
L'impiego dell'argilla espansa è possibile in aree dove il costo degli aggregati naturali delle dovute caratteristiche risulta elevato per ragioni di reperibilità; inoltre aumenta le performance di durata in relazione alla lucidatura.
Entrambi i fusi favoriscono una elevata fonoassorbenza.
La DL al fine di verificare l'elevata fonoassorbenza, si riserva la facoltà di controllare mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso sempre effettuato dopo il 15° giorno della stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di α dovranno essere:

frequenza (Hz)	coeff. fonoassorbimento
400 / 630	α > 0.25
800 / 1250	α > 0,50
1600 / 2500	α > 0,25

13.3.2.3 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante.
La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).
Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Usura drenante	Drenante alleggerita	% vuoti
N1	10	10	≥ 28
N2	50	50	≥ 22
N3	130	130	≥ 20

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.
I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Usura drenante	**Drenante alleggerito**
Rt (GPa x 10-3)	0,36 – 0,70	0,34 – 0,68
CTI (GPa x 10-3)	≥ 30	≥ 25

13.3.2.4 - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.
La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.
L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La DL potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.
Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

13.3.2.5 - POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 13.3.1.10.6 - - POSA IN OPERA ad eccezione della temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra i 150°C e 180°C per le miscele ottenute con legante bituminoso con modifica tipo hard. La compattazione dovrà essere effettuata con rulli metallici del peso di 8÷12 tonnellate.
Il rullo deve seguire da vicino la finitrice e la compattazione deve essere condotta a termine in continuo senza interruzioni.
Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature.
Il trasporto impianto-cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali.
Al termine dello scarico del materiale nella finitrice i mezzi di trasporto del conglomerato è vietato scaricare nel cavo eventuali residui di conglomerato rimasti sul camion.
Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco con bitume modificato HD (art.13.2.1.2 - - BITUMI MODIFICATI TABELLA 7.B), nella quantità compresa tra 1,0 e 1,5 kg/m² (secondo le indicazioni della DL) e, se necessario, il successivo eventuale spargimento di uno strato di filler ; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il
perfetto smaltimento delle acque. La DL indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.
La stesa del conglomerato deve essere sospesa in caso le condizioni meteorologiche possano pregiudicare la riuscita del lavoro e comunque sempre in caso di pioggia o temperatura esterna <10
°C o in condizioni di piano di posa umido.
La capacità drenante dovrà essere misurata mediante permeabilimetro a colonna. Le prove sono da effettuarsi preferibilmente durante la fase di lavorazione (ad almeno 4 ore dalla fine della posa in opera, non appena il conglomerato si è freddato).
Le misure (singole) vanno fatte ad almeno 50 cm dai bordi con frequenza di almeno 10 misure per km per ciascuna corsia.

	Usura drenante	Drenante alleg-gerito
Capacità drenante lt/min	≥ 18	≥ 15

Ai fini della valutazione della aderenza, nel caso l'intervento interessi tratte brevi o con particolari caratteristiche geometriche tali da non poter effettuare misure con mezzi ad alto rendimento, la valutazione potrà essere effettuata mediante misura di attrito radente PTV con Skid Tester (UNI EN 13036-4) misurato tra il 60° e il 180° giorno di apertura al traffico che dovrà risultare:

	Usura drenante	Drenante alleg-gerito
PTV	≥ 55	≥ 60

13.3.3 - CONTROLLO SULLA QUALITA' DELLA COMPATTAZIONE DELLE MISCELE

Per ogni lavorazione descritta nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento.
A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della tabella seguente:

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Base	3	9
Basebinder	3	9
Binder	3	8
Usure A e B	3	8
SMA	2	7
Drenante	16	27
Drenante con argilla espansa	15	26

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione.

13.3.4 - REQUISITI DI LABORATORIO SOTTOPOSTI A DETRAZIONE

Le caratteristiche tecniche rilevate da misure di laboratorio dei conglomerati bituminosi eseguiti a caldo oggetto di detrazioni riguardano la percentuale e la qualità del bitume e lo spessore del conglomerato bituminoso in opera.

- **Qualità e percentuale di bitume**

Ai fini dell'applicazione della detrazioni penale dovranno essere rispettate le caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 13.2.1 - - LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI TABELLA 7.A e TABELLA 7.B relativamente alla Penetrazione, Palla e Anello e Viscosità a 160°C sul bitume prelevato in impianto, con una tolleranza del 10% sui range (ad es. se la penetrazione prevista è 50-70 dmm le soglie per la penale sono 50-0,1*50=45dmm e 70+0,1*70=77dmm).

Sempre ai fini della applicazione della penale dovrà essere rispettata la conformità della percentuale di legante rilevato mediante estrazione rispetto a quella approvata (di progetto) contenuta negli studi di formulazione della miscela in esame.
Rispetto al contenuto di bitume di progetto (che dovrà essere sempre contenuto nei range delle percentuali del bitume di cui agli art. 8.1.7 e 8.2.) ai fini dell'applicazione della penale è ammessa una tolleranza (T) di ± 0,3 della percentuale di bitume.
La percentuale di bitume dovrà essere sempre riferita in peso rispetto alla miscela e potrà essere misurata su carotaggi eseguiti sulla pavimentazione o da conglomerato sciolto prelevati in fase di stesa e sarà eseguita secondo UNI EN 12697-1 o 39.
La DL potrà applicare la penale anche nel caso una sola delle quattro grandezze di cui sopra risulti fuori dalle tolleranze descritte.
Calcolo della penale per difetto della quantità di bitume
% detrazione = 10 B +25 B^2
con B = valore assoluto (% bitume misurata - % bitume di progetto) – T
con T= 0,3
In assenza dello studio della miscela, si farà riferimento al valore medio dell'intervallo di accettazione
Calcolo della penale per difetto della qualità di bitume
Qualora una o più delle grandezze di cui sopra non risulti nei range descritti verrà detratta del 15% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo PS, calcolata secondo il seguente metodo:
$CM_{(metri\ cubi)}$ = Q / (2,3 x 0,045)
$D_{(euro)}$ = 0,15 x CM x PS
CM= Quantità di conglomerato bituminoso (in metri cubi) realizzato con la fornitura di Q tonnellate di bitume
Q = Quantità in tonnellate della fornitura di bitume a cui il prelievo si riferisce, nel caso in cui non si riesca a risalire alla quantità Q di bitume si considererà Q = 20 tonnellate.
PS = prezzo in €/m^3 di aggiudicazione dei lavori del conglomerato realizzato con il bitume in oggetto
D = valore da detrarre in euro (€)
Nel caso lo stesso bitume sia utilizzato per più tipologie di conglomerato si utilizzerà il conglomerato con il prezzo più alto.

- **Spessori degli strati della pavimentazione (mediante carotaggi)**

La valutazione della conformità degli spessori realizzati a quelli di progetto è eseguita mediante carotaggi .
La misura di spessore con carotaggi, valutato attraverso la Norma UNI EN 12697-36, sarà basata su carote di diametro compreso tra 100 e 200 mm (le cui frequenze di campionamento sono indicate all'art. 11.1). Per ciascuna carota sarà determinato lo spessore medio SM (quattro misure su diametri ortogonali) da confrontare con lo spessore di progetto.
Sarà applicata la detrazione per spessori in difetto con le seguenti tolleranze (T):
strato di usura (A e B), Usura drenante e usura drenante con argilla espansa 5% strato di binder 7%
strati di base e basebinder 10%
La detrazione sarà calcolata nel seguente modo:

dove:
DP = differenza percentuale tra lo spessore di progetto del singolo strato e quello rilevato SP = spessore di progetto del singolo strato (mm)
SM = spessore medio del singolo strato misurato sulla carota (mm) T = tolleranza in %
PR = prezzo (€/m^2)
A = area di influenza della carota in m2
D = valore da detrarre in euro (€)
La superficie di detrazione A sarà calcolata moltiplicando l'area di influenza della carota (interasse delle carote) per la larghezza dell'intervento.
Nel caso di scostamenti per difetto degli spessori degli strati rispetto a quelli di progetto superiori al 25% si deve ordinare la rimozione e il rifacimento dello strato a totale carico dell'Impresa. Non trova applicazione la tolleranza. L'applicazione delle clausole di questo articolo non esclude quelle previste in altri articoli.

13.4 - CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

13.4.1 - PREMESSE

I controlli per i requisiti di accettazione delle pavimentazioni, e la valutazione delle eventuali detrazioni o penalizzazioni da applicare, sono basati su controlli sempre di tipo prescrittivo per i lavori di tipo **MO**.
I controlli per i requisiti di accettazione delle pavimentazioni, e la valutazione delle eventuali detrazioni o penalizzazioni da applicare, sono basati su controlli sia di tipo prescrittivo che di tipo prestazionale per i lavori di tipo **MS** e **NC**, salvo quanto indicato nella premessa.
A discrezione della DL, anche nel caso di lavori tipo **MO**, potranno essere richieste verifiche prestazionali sulle caratteristiche di aderenza, tessitura, e valutazioni degli spessori, da cui potranno scaturire, da parte della DL, detrazioni o penalizzazioni come previste nelle attività **MS** e **NC**.
I controlli dei requisiti di accettazione di tipo prescrittivo sono richiamati negli articoli precedenti che si riferiscono alle specifiche miscele e leganti da sottoporre al controllo.
Di seguito sono riportati, in tabella, i controlli che valutano le caratteristiche superficiali e strutturali delle pavimentazioni.

Tipo di lavorazione	**% vuoti**	**Rt**	**LA**	**Ancoraggio**	**% bitume e qualità**	**Spessori**	**CAT20**	**HS**	**IRI**	**IS300**
articolo	**11.5 bis**	**11.5 bis**	**11.5 bis**	**11.5 ter**	**8.4**	**8.4 e 11.5**	**11.2**	**11.2**	**11.3**	**11.4**
RSS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI SE ESTESI ≥ 500 m	SI SE ESTESI ≥ 500 m	NO	NO
TS	SI	SI	SI	SI	SI SE ESTESI ≥ 500 m	NO	SI	SI	NO	NO
RS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
RP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
NC	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Il campionamento dei materiali soggetti ai controlli di tipo prestazionale di cui sopra, dovrà essere effettuato indicativamente con la seguente frequenza:

- Per il bitume
  - n. 1 prelievo ogni 500 m3 di lavorazione di conglomerato per ciascuno strato di pavimentazione
  - n. 1 prelievo a lavorazione per strato per piccole stese (< 500mt)

Il quantitativo da prelevare, normalmente in recipienti metallici a chiusura ermetica, dovrà essere di almeno 1 Kg per i bitumi tal quali e 2 kg per i bitumi modificati al fine di poter
valutare tutte le prove principali di caratterizzazione (che risultano più numerose per i bitumi modificati).

- Per il conglomerato bituminoso sciolto:
  - almeno n.1 prelievo ogni 400 tonnellate per base e basebinder e ogni 200 tonnellate per binder e usura
  - per piccole stese (< 300mt) almeno n. 1 prelievo a lavorazione per ciascun strato

La quantità indicata pari a 25 Kg è sufficiente per l'esecuzione delle prove standard di laboratorio.

- Per il conglomerato bituminoso in carote:
  - almeno n. 3 coppie/km*corsia

La distanza tra le carote costituenti la coppia deve essere al massimo di 50 cm nella stessa strisciata di lavorazione della vibrofinitrice. Il campione dovrà risultare indisturbato, integro, compatto e rappresentare lo spessore completo dello strato (o degli strati) da esaminare.

Qualora la DL ritenga necessario provvedere alla verifica e al controllo prestazionale di emulsione bituminosa, questa dovrà essere campionata secondo le seguenti indicazioni:

- almeno n°1 ogni 2000 mt di lavorazione per ciascun strato
- per piccole stese (<500mt) n°1 prelievo a lavorazione per strato

Il quantitativo da prelevare, normalmente in recipienti metallici a chiusura ermetica, dovrà essere di almeno 3 Kg.

13.4.2 - ADERENZA E TESSITURA

I valori di ADERENZA E TESSITURA costituiscono il **dato prestazionale superficiale**, i valori da ottenere sono dipendenti da:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale CAT verrà misurato con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 1[1].

La tessitura geometrica HS, intesa come macrotessitura superficiale, verrà misurata in termini di MPD ed espressa in mm con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma UNI EN ISO 13473-1 di Agosto 2004; il valore di HS da confrontare con i limiti riportati in tabella risulterà:

$HS = 0,2 + 0,8 \cdot MPD$

Gli indicatori CAT, riportati alla temperatura di riferimento dell'aria di 20°C, e HS, dovranno essere superiori o uguali ai seguenti valori:

TIPOLOGIA LAVORAZIONE	CAT20	HS (mm)
Conglomerati bituminosi per strati di usura	58	0,4
Conglomerati bituminosi per strati di usura provvisoria (binder)	50	0,3
Conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa	62	0,4
Conglomerati bituminosi per strati di usura tipo "A" e "B" a bassa levigabilità (elevata aderenza)	62	0,4
Conglomerati bituminosi per strati di usura tipo SMA	62	0,6
Conglomerati bituminosi drenanti	53	1,0
Conglomerati bituminosi drenanti con argilla espansa	56	0,8
Trattamenti superficiali a freddo tipo slurry-seal (macro-seal) spessore 6 mm	62	0,5
Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	55	0,3
Irradiatura meccanica di irruvidimento (pallinatura)	5 punti CAT in più rispetto al CAT preesisten-	N.A.

1 La relazione tra il valore CAT qui prescritto (CATanas) e quello definito dalla Norma CNR (CATCNR) è la seguente:
CATanas = CATCNR x 100
Il CAT dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento di 20°C e nei risultati si dovrà specificare la temperatura superficiale della pavimentazione e la temperatura dell'aria alla quale è stata eseguita la prova.
Il flusso dell'acqua deve essere costante e pari a 0,75 l/s, si ipotizza che la velocità di rilievo sia sempre costante e pari a 60 km/h

	te	

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti ad elevata rugosità superficiale, per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, mentre le irradiature meccaniche di irruvidimento (pallinatura) andranno valutate entro il 60° giorno dall'intervento.
Le misure di CAT e HS saranno effettuate con gli strumenti da Laboratori accreditati ISO9001. La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante e pari a 60 ± 5 km/h.
Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere; le misure di CAT e HS dovranno essere restituite con un passo di misura di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.
La valutazione delle caratteristiche superficiali (indici CAT, IRI e HS) dovrà essere eseguita a discrezione della DL su tutte le corsie coinvolte dai lavori o su una singola corsia (privilegiando la corsia di marcia) purché la miscela proposta, accettata e stesa, risulti la stessa.
Prima di detta analisi i valori di CAT dovranno essere riportati alla temperatura di riferimento (20°C); l'operazione si effettuerà secondo la seguente formule correttiva elaborata dal TRRL, non sono previste invece correzioni per l'HS:

dove CAT_{20} è il valore CAT riportato alla temperatura di riferimento 20°C
CAT_t è il valore CAT nelle condizioni di prova
t è la temperatura dell'aria nelle condizioni di prova in °C
Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.
I valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare maggiori o uguali alle prescrizioni riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato CAT ed HS sui due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di CAT ed HS relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di CAT e/o HS del tratto omogeneo risultino più bassi dei valori prescritti; qualora i valori medi di CAT e HS risultino ambedue deficitari sarà applicata la penalità più gravosa.
La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dello strato più superficiale (usura); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il CAT o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 3%).
La detrazione riguarderà la larghezza dello strato più superficiale oggetto del lavoro per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:

TIPOLOGIA LAVORAZIONE	**CAT_{20}**	**HS (mm)**
Conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa - Conglomerati bituminosi per strati di usura tipo "A" e "B" a bassa levigabilità (elevata aderenza) - Conglomerati bituminosi per strati di usura tipo SMA	48	N.A.
Tutte le altre lavorazioni	40	N.A.

Se i valori medi di CAT risultassero inferiori ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i/il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT al disopra dei valori inaccettabili e sempre che la lavorazione sia accettata da parte della DL, sarà applicata la

detrazione prevista valutata con le stesse modalità sopra riportate.
Ai fini della valutazione della aderenza, esclusivamente nel caso in cui l'intervento interessi tratte brevi o con particolari caratteristiche geometriche tali da non poter effettuare misure con mezzi ad alto rendimento, la valutazione potrà essere effettuata mediante misura di attrito radente PTV con Skid Tester (UNI EN 13036-4) misurato tra il 60° e il 180° giorno di apertura al traffico.
Il valore PTV dovrà risultare:

- per conglomerati bituminosi per strati di usura con argilla espansa - conglomerati bituminosi per strati di usura tipo "A" e "B" a bassa levigabilità (elevata aderenza) - conglomerati bituminosi per strati di usura tipo SMA ≥65.

Per valori di PTV <65 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori del PTV <50 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

- Per tutte le altre lavorazioni ≥60

Per valori di PTV <60 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori del PTV <45 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

13.4.3 - REGOLARITÀ

I valori di REGOLARITA' costituiscono il **dato prestazionale superficiale** insieme alla ADERENZA e TESSITURA.
La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature ad alto rendimento dotate di profilometro laser tipo inerziale di classe 1 secondo ASTM E950-98(2004) e calcolata attraverso l'indice IRI (International Roughness Index) come definito dalla World Bank Technical Paper Number 45 e 46 nel 1986.
L'indicatore IRI dovrà essere inferiore o uguale ai seguenti valori:

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	IRI (mm/m)
RS, RP ed NC, come definiti all'art. 13.7 - - APPENDICE	2,5
RSS e TS, come definiti all'art. 13.7 - - APPENDICE	N.A.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la stesa ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.
Le misure saranno effettuate da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con specifiche attrezzature verificate preventivamente; La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta quanto più possibile costante e non dovrà scendere sotto i 25 km/h.
Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere e dovrà essere interessata almeno una corsia; le misure di IRI dovranno essere restituite con un passo di misura di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.
Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta da laboratori accreditati.
I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate.
Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'IRI sui due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di IRI del tratto omogeneo risultino più alti dei valori prescritti.
La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dello strato di usura; detti punti corrisponderanno ad un terzo dei punti percentuali per cui l'IRI differisce in aumento rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 18% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 6%).
La detrazione riguarderà la larghezza dello strato steso di usura oggetto del lavoro per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia appresso specificata.

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	IRI (mm/m)
RS, RP ed NC, come definiti all'art. 13.7 - - APPENDICE	4,0

RSS e TS, come definiti in all'art. 13.7 - - APPENDICE	N.A.

Se i valori medi di IRI risultassero maggiori di dette soglie, la DL, anche tenendo conto dell'effettiva estensione e della distribuzione di tali tratte, potrà richiedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, l'asportazione completa con fresa di adeguati spessori di conglomerato ed il rifacimento con eventuali imbottiture degli strati fresati per tutta la larghezza dell'intervento; la nuova superficie sarà comunque soggetta alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

13.4.4 - PORTANZA

I valori di PORTANZA costituiscono il **dato prestazionale strutturale**.
La misura della portanza si ottiene valutando il bacino di deflessione effettivo della pavimentazione dovuto all'applicazione di un carico dinamico imposto da una macchina a massa battente da 350 kg (Falling Weight Deflectometer - FWD) e/o una macchina mobile ad alto rendimento con asse di misura da 12 t (Traffic Speed Deflectometer - TSD).
La macchina FWD da usare deve essere dotata di almeno 7, preferibilmente 9, misuratori di abbassamento (deflessione) montati in linea ad una distanza prefissata dalla piastra di carico (le distanze dal centro piastra in mm sono: 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800); le misure saranno effettuate di norma su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potrà anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.
In alternativa potrà essere usata la macchine a massa battente da 700 kg (Heavy Weight Deflectometer - HWD) dotata di almeno 7, preferibilmente 9, sensori montati con le distanze sopra indicate, tuttavia la massa battente applicata dovrà essere regolata a 350 kg.
L'attrezzatura mobile ad alto rendimento per il rilievo in velocità dovrà fornire valori di bacino (abbassamenti) almeno in corrispondenza dell'asse ruota ed a 200, 300, 900 e 1500 mm dall'asse, o almeno fornire direttamente l'indicatore IS300 di seguito specificato.
Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti profondi (RP come descritti all'art. 13.7 - - APPENDICE) dove si interviene sullo strato di fondazione o per le nuove pavimentazioni (NC come descritte all'art. 13.7 - - APPENDICE), è quello denominato Indice Strutturale 300 (IS300) misurato in m·10-6 ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro del carico ed a 300 mm da detto centro, mentre i valori, comunque da registrare degli altri abbassamenti, potranno essere usati solo a fini di studio e non per le valutazioni contrattuali nel modo qui di seguito descritto.
Le valutazioni si faranno di norma sulle pavimentazioni finite dove è stato operato un risanamento anche della fondazione stradale, ed è su questi valori che si opererà per le verifica in termini contrattuali; altre misure, effettuate in corso d'opera sugli strati più bassi e/o intermedi, potranno essere usati dalla DL per dare indicazioni all'Impresa esecutrice, che comunque sarà valutata sul risultato finale.
I Risanamenti Superficiali (RS), le Riparazioni Superficiali di Soccorso (RSS come descritte all'art. 13.7 - - APPENDICE) ed i Trattamenti Superficiali (TS come descritti all'art. 13.7 - - APPENDICE) non prevedono accettazioni sulla portanza.
Le misure con FWD saranno effettuate da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate; esse avranno una cadenza minima di una valutazione ogni 20 o ogni 50 metri, in funzione dell'effettiva estensione dell'intervento, oppure su distanze minori indicate della DL. Per ogni stazione di misura si dovranno eseguire 3 ripetizioni di carico imponendo un assegnato sforzo pari a 1700 KPa, il bacino di riferimento è il bacino registrato nella terza ripetizione. Le misure si estenderanno a tutto il tratto dell'intervento.
Con le nuove apparecchiature per le misure in velocità tipo Traffic Speed Deflectometer il rilevamento del parametro strutturale avverrà in continuo ed ad alta velocità.
Per ogni tipologia di intervento, definito all'art. 13.7 - - APPENDICE, sono state valutate le caratteristiche di portanza, e quindi i bacini di deflessione, che si ottengono sollecitando con un assegnato sforzo i materiali previsti. Tali calcoli hanno permesso di determinare i limiti ammissibili per l'Indice Strutturale IS300, in funzione delle condizioni di prova, e sono riportati nei grafici seguenti. Le condizioni di prova sono valutate attraverso la temperatura effettiva dell'aria al momento della prova e l'eventuale grado di maturazione della lavorazione rapportato al tempo di esecuzione della prova stessa.
Le prove vanno di norma eseguite ad una determinata temperatura di riferimento dell'aria (14°C), ma saranno considerate comunque valide se contenute negli intervalli di temperatura dell'aria comprese tra 8 e 25 °C; oltre tali intervalli di temperatura i dati saranno comunque registrati, ma non costituiranno condizioni vincolanti al fine dell'accettazione dei lavori eseguiti.
Nel caso di lavorazioni o soluzioni progettuali diverse da quelle proposte all'art. 13.7 - - APPENDICE, il valore dell'IS300 di riferimento deve essere fornito, prima dell'inizio dei lavori, unitamente al dimensionamento della

pavimentazione e al diagramma di controllo specifico della tipologia di pavimentazione che si intende realizzare. In mancanza di questo, si farà riferimento al pacchetto più similare.
Anche il caso di prove FWD eseguite con un diverso valore di carico imposto richiederà un adeguamento dei diagrammi di controllo.
In caso di mancata comunicazione circa la tipologia delle pavimentazioni da realizzare, od il carico imposto durante le prove FWD, varranno le prescrizioni dell'intervento più somigliante tra quelli proposti all'art. 13.7 - - APPENDICE e l'Impresa dovrà accettare l'eventuale penalizzazione che potrebbe conseguirne.
Le valutazioni di portanza effettuate su strade di nuove costruzioni, o su strade esistenti, tengono conto delle diverse condizioni di lavorazione obiettivamente legate alla presenza o meno del traffico stradale.
Nell'ambito dei Risanamenti Profondi dove è stato operato un risanamento anche della fondazione stradale o delle Nuove Costruzioni la portanza sarà valutata attraverso l'indicatore strutturale IS300, corretto con la temperatura dell'aria come di seguito descritto, valutato e rilevato, con le stesse modalità ed attrezzature sopra descritte, ma giudicato attraverso la tabella di controllo seguente per le soluzioni progettuali catalogate all'art. 13.7 - - APPENDICE.
Per pacchetti strutturali differenti in termini di spessori e/o materiali rispetto a quelli catalogati, i valori di riferimento andranno ricalcolati e posti a base dell'accettabilità della lavorazione.
Le prove dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 60° ed il 180° giorno dal termine delle lavorazioni.

Tipologia lavorazione	$IS300_{14°C}$ misura FWD con pressione applicata 1700 KPa	$IS300_{14°C}$ misura TSD con pressione applicata 850 KPa
RPA1	72	41
RPA2	80	46
RPA3	67	39
RPB1	86	48
RPB2	89	51
RPB3	76	44
NC1	66	37
NC2	79	44

I differenti valori di $IS300_{14°C}$ riguardanti gli RP (Risanamenti Profondi) e le NC (Nuove Costruzioni), che hanno strati a legante schiumato e/o legato all'emulsione, si riferiscono ai diversi momenti di maturazione di questi materiali valutati in riferimento al periodo di esecuzione delle misure (a un mese, a sei mesi e ad un anno dalla stesa dell'ultimo strato).
Le misure dell'Indice Strutturale (IS) effettuate con i passi indicati andranno analizzate per tratte omogenee.
Prima di detta analisi si dovranno riportare alla temperatura di riferimento dell'aria di 14°C tutti i valori di IS300 rilevati.
La trasformazione riguarderà le sole temperature in quanto tutte le prove, per il tratto in esame, si intendono eseguite in un tempo circoscritto (poche settimane), per cui la curva di controllo da scegliere sarà relativa al primo giorno di esecuzione dei rilievi.
Il valore corretto con temperatura dell'aria di IS300, è fornito dalla seguente espressione:

dove $IS_{14°C}$ è il valore dell'Indice Strutturale riportato alla temperatura di riferimento dell'aria di 14°C ISt è il valore dell'Indice Strutturale nelle condizioni di prova
t è la temperatura dell'aria nelle condizioni di prova in °C

c è il coefficiente che vale 0,037 per gli interventi di tipo RP o NC.
La successiva definizione delle tratte omogenee con i valori così ricavati della portanza potrà essere effettuata da laboratori accreditati.
Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.
I valori medi di IS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali ai valori riportati nella tabella precedente.

DETRAZIONI

La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito (inteso costituito da fondazione, base, binder ed usura), determinato come somma dei prezzi dei singoli strati componenti sulla base dei relativi spessori di progetto; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce.
La detrazione corrisponderà alla metà dei punti percentuali di cui l'Indice Strutturale, alla temperatura di riferimento di 14°C, differisce in aumento rispetto al valore limite prescritto per la tipologia di intervento ed il tempo di maturazione (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore prescritto, la penale sarà del 3%).
Se le differenze dell'IS raggiungessero il 40% in aumento, il lavoro non sarà considerato accettabile, e la DL, anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore.

13.4.5 - VALUTAZIONE DEGLI SPESSORI DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Gli spessori degli strati della pavimentazione costituiscono il **dato prestazionale strutturale**.
La misura dello spessore per gli strati bituminosi sarà effettuata mediante carotaggi della pavimentazione.
Le misure con carotaggi, saranno effettuate da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente;

DETRAZIONI

La detrazione sarà applicata sul prezzo di aggiudicazione lavori così come indicato al paragrafo 8.4.

13.4.6 - PENALI PER INCONGRUENZE RELATIVE ALLA % DI VUOTI E ALLA RESISTENZA A TRAZIONE

Si procederà ad una detrazione sull'importo della lavorazione, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di moltiplicazione C da applicare a detto importo per otte-nere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

- % dei vuoti (misurati su carote ottenute tramite carotaggio della pavimentazione) al di fuori del range di capitolato:

$C = 1 - 0{,}01 \bullet (2 \bullet v + v^2)$
con v = valore assoluto (% vuoti misurata sul punto di prelievo - % vuoti limite da capitolato)
Esemplificando, se la differenza tra la % dei vuoti misurata sul punto di prelievo e la % dei vuoti limite da capitolato è del 2%, il fattore di moltiplicazione da applicare sarà calcolato come segue:
$C = 1 - 0{,}01 \bullet (2 \bullet 2 + 2^2) = 0{,}92$
Valori dei vuoti superiori al 12% per gli strati di usura chiusa comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura. In caso di usura drenante (anche con argilla espansa), la rimozione dello strato è prevista quando la percentuale dei vuoti è inferiore al 14%.

- Resistenza a trazione indiretta Rt al di fuori dei limiti da capitolato:

per i conglomerati a caldo (determinata su carote ottenute tramite carotaggio della pavimentazione o su provini realizzati con pressa giratoria direttamente in cantiere):
$C = 1 - 0{,}01 \bullet (5 \bullet r + 2 \bullet (10 \bullet r)^2)$
con r = valore assoluto (Rt limite da capitolato - Rt misurata)
Ai fini dell'applicazione della penale, il valore massimo di Rt determinato su miscele sfuse di conglomerato bituminoso prelevate in cantiere e successivamente riscaldate in laboratorio è aumentato di 0,25.
Per le basi a freddo la Rt misurata si intende quella determinata sulle carote estratte dalla pavimentazione dopo almeno 90 giorni dalla realizzazione dello strato. Nel caso di prelievi delle carote prima dei 90 giorni le prove di resistenza a trazione indiretta devono essere eseguite sulle stesse dopo maturazione in stufa per 7 giorni a 40°. Per le basi a freddo il fattore di moltiplicazione C viene invece calcolato mediante la seguente formula:

$C = 1 - 0{,}01 \bullet (50 \bullet r + 4 \bullet (10 \bullet r)^2)$

13.4.7 - ANCORAGGIO DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE

1. Interfaccia tra usura e strato sottostante

L'ancoraggio del tappeto di usura allo strato sottostante (nuovo o preesistente), viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita con l'apparato Leutner (SN 670461).

a. Interfaccia tra usura tradizionale e strato sottostante

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 12 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione = t + 0,2 t^2

dove t è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 12 kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato di usura e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

b. Interfaccia tra usura con bitume modificato e strato sottostante

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 15 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione = t + 0,2 t^2

dove t è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 15 kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato di usura e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

2. Interfaccia tra binder e strato sottostante

L'**ancoraggio** del binder allo strato sottostante (nuovo o preesistente), viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita con l'apparato Leutner (SN 670461).

Per valori di **resistenza al taglio** inferiori a 12 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

% di detrazione = t + 0,2 t^2

dove t è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 12 kN.

Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato del binder ed eventualmente anche dello strato di usura, qualora già realizzato, e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Nei casi in cui all'interfaccia sia stato inserito un elemento di rinforzo (rete, geomembrana, ecc.) il valore minimo di resistenza al taglio accettabile senza detrazione è ridotto a 10 kN.

13.5 - RIPARAZIONE SUPERFICI DEGRADATE DI LIMITATA ESTENSIONE

La riparazione di piccole e circoscritte superfici di pavimentazione ammalorata più o meno diffuse nell'ambito di una corsia o di una carreggiata, sarà effettuata con interventi limitati ai punti ammalorati ed al loro intorno secondo esplicita richiesta della DL.

Questi interventi dovranno essere realizzati con modalità e con impiego di materiali rispondenti alle norme tecniche definite per ciascuna categoria di lavoro.

In particolare dovranno essere impiegate squadre di lavoro attrezzate con frese, finitrici e rulli di idonee dimensioni per essere facilmente trasportate con carrellone ed in grado di realizzare il lavoro a perfetta regola d'arte.

Potranno altresì essere impiegate attrezzature per la rigenerazione in sito della pavimentazione di ridotte dimensioni (max 1,20 m di larghezza), quando gli ammaloramenti in atto non superano lo spessore di 7-8 cm.

In questi casi il lavoro dovrà essere realizzato secondo quanto previsto nell'articolo 8 compensato a misura secondo il prezzo di elenco.

13.5.1 - CASO DEI RAPPEZZI LOCALIZZATI

- D.01.050 "Esecuzione dei rappezzi localizzati"

I rappezzi sono intesi come trattamenti di alcuni m2, distaccati tra loro e tesi a riparare in modo provvisorio, ma durevole zone degradate della pavimentazione limitate nello spazio.

Essi sono di due tipi, a seconda del degrado presente

13.5.1.1 - CASO DI DEGRADO DIFFUSO CON BUCHE GIÀ PRESENTI NON CONTIGUE E NON DIFFUSE

Il rappezzo sarà costituito da un tappeto di conglomerato bituminoso a caldo steso a mano e rullato con piastre vibranti oppure da un trattamento di emulsione modificata e graniglia, eventualmente steso in più strati nelle zone più degradate e o depresse rispetto ai piani di rotolamento.

Potranno anche essere usate sopra lo strato iniziale di emulsione, anche fibre di vetro di alcuni cm di lunghezza, spruzzate sul legante di attacco, prima della posa delle graniglie
Le poche buche profonde eventualmente presenti dovranno essere trattate prima del rappezzo con la tecnica descritta all'Art. 13.6 - - TRATTAMENTO FUNZIONALE DELLE BUCHE (INTERVENTI PUNTUALI).

13.5.1.2 - CASO DI DEGRADO DIFFUSO MA CON BUCHE GIÀ PRESENTI CONTIGUE E/O DIFFUSE

Questi rappezzi devono essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, con minifresa che riquadri anche i bordi; spianamento del fondo anche con apporto di materiale prebitumato fine ed impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali; i degradi localizzati (buche) non comprendibili nelle zone riquadrate saranno trattati come detto all'art. 13.6 - - TRATTAMENTO FUNZIONALE DELLE BUCHE (INTERVENTI PUNTUALI).
Seguirà il riempimento e la compattazione con rulli di adeguate dimensioni.
Non si dovranno superare i 10 cm per ogni strato data la difficoltà di ben compattare spazi ridotti.
Al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti sopra la zona rappezzata, si potrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa autoadesiva rinforzata con apposito tessuto non tessuto o geotessile a rete che serva a ritardare la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio.
Per buche in zone a traffico elevato, dopo la stesa della mano di attacco andrà steso il conglomerato bituminoso di riempimento che non dovrà essere a freddo (bitumi flussati), ma a caldo e preferibilmente modificato con idonei plastomeri, aggiunti nel mescolatore (3-4 kg/t di conglomerato bituminoso) oppure altri preparati a base cementizia a pronta presa da usare in presenza di acqua.

I rappezzi fatti in condizioni climatiche avverse potranno essere realizzati con materiali a freddo, ma le riparazioni dovranno essere ripetute con conglomerato a caldo e con i metodi sopra descritti.
Qualora i rappezzi effettuati con fresa e riempimento lascino non trattate le zone ad esse circostanti, in cui sono presenti lesioni a pelle di coccodrillo, dette zone potranno essere trattate con i sistemi descritti all'art 13.5.1.1 - - CASO DI DEGRADO DIFFUSO CON BUCHE GIÀ PRESENTI NON CONTIGUE E NON DIFFUSE

13.6 - TRATTAMENTO FUNZIONALE DELLE BUCHE (INTERVENTI PUNTUALI)

- D.01.057 "Trattamento funzionale delle buche (interventi puntuali) non maggiore di 0,5 m2"

Questi interventi dovranno essere realizzati con modalità e con impiego di conglomerati idonei evitando, ove possibile, l'impiego dei conglomerati a freddo in sacchi.
La Committente si riserva la facoltà di provare attrezzature per test su strada finalizzate alla riparazione delle buche.
Gli interventi dovranno garantire una durata maggiore dei 6 mesi, in previsione del rifacimento del tratto interessato.
Dietro approvazione della Committente si potrà operare anche con attrezzature anche automatiche, che tagliano e rimuovono (con margine di sicurezza) la zona interessata dalla buca, con susseguente ripristino del cavo con conglomerato bituminoso a caldo o con emulsione, possibilmente modificata ed adatta allo scopo.
La superficie laterale di taglio e la base dovrà essere netta e ricoperta bitume od emulsione al fine di favorire l'adesione con il conglomerato di ripristino.
Tranne che nei casi improcrastinabili è auspicabile intervenire prima della completa formazione della buca cosi da intervenire in condizioni meteo e logistiche non di emergenza.

13.7 - APPENDICE

13.7.1 - RIPARAZIONI SUPERFICIALI DI SOCCORSO (RSS)

Questi tipi di interventi superficiali, eseguiti per mettere in sicurezza la pavimentazione e/o per portarne il livello qualitativo a condizioni accettabili, possono essere di tipo localizzato, come i rappezzi o il trattamento funzionale delle buche, oppure estesi, preceduti o meno da un intervento di fresatura. In genere, questi interventi, servono a risanare situazioni di degradi superficiali più o meno accentuati e diffusi, ma, costituiscono soluzioni di breve durata e quindi basso rendimento economico per cui, anche in funzione delle effettive disponibilità economiche, è preferibile adottare altre soluzioni di intervento tipo RP o RS.
Lo spessore del materiale non dovrà essere inferiore a 3 cm ed in genere non superiore a 5 cm e costituisce lo stato di usura.
Gli interventi superficiali di tipo esteso (maggiore di 500 m) sono da adottare al fine di evitare interventi localizzati

troppo fitti. Quando possibile, compatibilmente con i vincoli presenti (presenza di barriere, franchi verticali da rispettare, ecc.), è preferibile effettuare delle ricariche. In ogni caso, la realizzazione del nuovo strato deve essere sempre preceduta dalla stesa di una mano di attacco.
Di seguito sono riportate le tipologie di intervento superficiale ed i loro casi applicativi più frequenti.

13.7.2 - RISANAMENTI SUPERFICIALI (RS)

I Risanamenti Superficiali (RS) hanno lo scopo di rinforzare pavimentazioni non completamente degradate, ovviamente non possono garantire una durata equivalente rispetto agli interventi profondi, ma comportano un minore impegno economico, a fronte di minori durate da prendere in considerazione nei progetti.

Gli RS sono realizzati mediante la fresatura degli strati più superficiali della pavimentazione esistente e possono prevedere anche la realizzazione dello strato di usura in copertura con conseguente innalzamento delle quote; anche per questa tipologia di intervento si prevedono soluzioni di differente durata da utilizzare in funzione delle diverse tipologie di traffico circolante.

I risanamenti superficiali intervengono per cause diverse da quelle connesse ai ripristini di portanza, tra le quali si segnalano:

- evidenza di ammaloramenti solo superficiali;
- impossibilità di chiusura al traffico per i periodi necessari alla realizzazione degli RP;
- interventi che dovranno durare solo per un periodo limitato;
- risanamenti che investano aree poco estese.

13.7.3 - RISANAMENTI PROFONDI (RP)

I Risanamenti Profondi (RP) assicurano la riclassificazione in alta durata delle pavimentazioni esistenti; essi comportano una completa demolizione della pavimentazione esistente con parziale o totale riutilizzo dei materiali rimossi.

Tali interventi sono previsti dove la pavimentazione si presenta particolarmente ammalorata e dove si vogliono garantire durate elevate in funzione del traffico effettivamente circolante.

Esistono due categorie di RP a seconda del traffico (TGM); ognuna di esse è suddivisa a sua volta in tre tipologie a seconda dei materiali usati (vedi schemi seguenti) tutte di durata equivalente; la scelta dei materiali e della tecnica conseguente dipenderà dalle condizioni locali (impianti, cave, disponibilità di materiali, pavimentazione esistente). Ricordiamo comunque che per la realizzazione delle fondazioni le tecniche più affidabili sono quelle connesse ai riciclaggi a freddo essendo i risultati con il misto cementato più variabili con le condizioni del cantiere di fabbricazione.

NB le curve di controllo della portanza sono riportate nelle Norme Tecniche all'art. 11.4
Le usure, sia drenanti che chiuse, potranno essere variate per motivi di opportunità locale, comunque da dichiarare, usando in alternativa solo i tipi riportati nelle Norme Tecniche.

13.7.4 - PAVIMENTAZIONI NUOVE COSTRUZIONI (NC)

Nel caso di realizzazione di nuove pavimentazioni, quindi probabilmente senza materiale da riciclare, vanno utilizzate preferibilmente le tipologie di pavimentazione descritte nelle figure seguenti che prevedono uno strato di fondazione in schiumato miscelato in sito (o premiscelato in impianto), preceduto da uno strato in misto granulare, oltre agli strati in conglomerato bituminoso realizzati a caldo sempre con l'utilizzo di bitume modificato.

NB le curve di controllo della portanza sono riportate nelle Norme Tecniche all'art. 11.4
La diversa composizione degli spessori dei vari strati costituenti l'intervento rendono indicativamente la soluzione NC1 idonea in presenza di rilevante traffico tipo autostradale, con percentuali
di veicoli commerciali fino al 20%, mentre la soluzione NC2 può essere idonea in presenza di rilevante traffico tipo strade extraurbane, con percentuale di veicoli commerciali fino al 10%.
Disponendo del TGM (Traffico Giornaliero Medio) e della distribuzione e percentuale dei veicoli commerciali è possibile calcolare il traffico in termini di passaggi di assi equivalenti da 12 t e conseguentemente scegliere la soluzione di intervento più idonea, per il raggiungimento delle durate teoriche attese, in relazione alle curve di fatica dei materiali impiegati.
Potranno essere adottate soluzioni di intervento differenti rispetto a quelle indicate, sia per gli spessori che per le tipologie dei materiali impiegati, tuttavia, dovranno essere adottati i materiali e le tipologie di lavorazione contemplati nelle Norme Tecniche e comunque, da laboratori accreditati, andranno definite le curve di controllo specifiche per la verifica della portanza valutata attraverso l'indicatore prestazionale IS300.
Lo strato di fondazione con bitume schiumato è da preferire al misto cementato perché garantisce una migliore resa e lavorabilità, tuttavia, se previsto in progetto, il cementato potrà sostituire lo schiumato rimanendo valide le relative curve di controllo per un anno di maturazione ed i relativi calcoli di durata teorica. In alternativa allo strato di usura drenante, anche in funzione delle effettive condizioni locali, è possibile realizzare una usura chiusa in conglomerato bituminoso, sempre con bitume modificato hard e conforme alle tipologie riportate nelle Norme Tecniche, in questo caso non sono previste variazioni sulle curve di controllo.
Le caratteristiche dei materiali da utilizzare sono riportate in specifici paragrafi delle Norme Tecniche a cui si rimanda, per ciascuno di essi è poi assegnata una specifica voce nell'Elenco Prezzi per la determinazione dei costi di intervento.
Si rimanda all'Art. 13.4.4 - - PORTANZA per tutte le altre considerazioni.

CAPO - 14 - Segnaletica stradale

14.1 - PREMESSA

La segnaletica stradale è disciplinata da norme cogenti che descrivono l'insieme delle regole sulle quali deve essere basata l'azione degli Enti ai quali è affidata la gestione delle strade dello Stato, in particolare:
l'art. 14 del Nuovo Codice della Strada, relativamente ai poteri e ai compiti degli Enti responsabili dell'apposizione e manutenzione della segnaletica prescritta;
l'intero Capo II del Titolo II del Decreto Legislativo 285/92 e s.m.i.;

- le corrispondenti norme del Regolamento di esecuzione e di attuazione (Capo II del Titolo II del DPR 495/92 e s.m.i.).

Le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, che instaurano un rapporto con la Provincia di Savona per forniture o esecuzione di lavori inerenti la segnaletica stradale, **sono obbligate ad osservare le norme cogenti che disciplinano la materia e che regolano la predisposizione, l'apposizione, l'installazione dei prodotti e dei dispositivi** oggetto del rapporto stesso.

In merito alle norme tecniche relative ai prodotti utilizzati per realizzare gli "impianti segnaletici", il CEN (Comitato Europeo di Normazione), su indirizzo della Commissione Europea, ha privilegiato le prove di tipo prestazionale rispetto alla mera caratterizzazione fisico-chimica dei prodotti e dispositivi per la segnaletica stradale, lasciando alle singole amministrazioni la facoltà di integrare nei documenti contrattuali anche le prove con cui tradizionalmente si qualificano i materiali forniti dall'appaltatore. In tal caso, relativamente ai prodotti in cui è prevista l'apposizione del marchio "CE", la finalità del controllo da parte del Committente è una verifica della permanenza delle caratteristiche del prodotto dichiarate nel certificato rilasciato dall'Organismo Notificato: è l'accertamento della presenza nei lotti/partite fornite della cosiddetta impronta digitale del prodotto *(fingerprinting).* **Nei casi in cui prodotti non sono soggetti a certificazione "CE", il Committente può determinare liberamente i criteri, le modalità e la frequenza dei controlli necessari.**

In tale contesto, sono comunque ancora valide le norme nazionali per i prodotti e i dispositivi non coperti da norme armonizzate, in particolare i vincoli e le modalità di impiego dei segnali o dispositivi segnaletici di cui all'art. 45, c. 6, del Codice, per i quali **è obbligatorio ricorrere a prodotti omologati o approvati** ai sensi dell'art. 192 del Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Il Regolamento n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio, il Regolamento per i prodotti da costruzione *(CPR - Construction Products Regulation),* prescrive che **"la marcatura CE dovrebbe essere l'unica marcatura che attesta che il prodotto da costruzione è conforme alla prestazione dichiarata e risponde ai requisiti applicabili relativi alla normativa di armonizzazione dell'Unione.**

Possono essere utilizzate anche altri prodotti purchè siano conformi ad una Valutazione Tecnica Europea *(ETA - European Technical Approval)*, con marcatura CE associata alla Dichiarazione di Prestazione (DoP) a condizione che contribuiscano a migliorare la protezione degli utenti finali dei prodotti da costruzione e non siano contemplate dalla normativa esistente di armonizzazione dell'Unione". Inoltre, "per evitare inutili prove sui prodotti da costruzione la cui prestazione sia stata già sufficientemente dimostrata da prove che abbiano fornito risultati stabili o da altri dati esistenti, il fabbricante dovrebbe essere autorizzato a dichiarare, alle condizioni stabilite nelle specifiche tecniche armonizzate o in una decisione della Commissione, un certo livello o una certa classe di prestazione senza prove o senza prove ulteriori". Il Regolamento 305/2011 rappresenta, ad oggi, il quadro legislativo più avanzato per quanto riguarda i prodotti da costruzione ed essendo un Regolamento non ha bisogno di recepimento da parte degli Stati membri: **le prescrizioni ivi stabilite sono immediatamente efficaci e vincolanti nei paesi membri**

dell'Unione.

La Provincia di Savona, in coerenza con le prescrizioni derivanti dalla legislazione comunitaria, ha organizzato il suo sistema di controlli in modo da privilegiare e implementare la verifica degli aspetti prestazionali degli impianti segnaletici realizzati, anche con l'utilizzo di mezzi per il rilievo dei dati ad alto rendimento, pur non rinunciando alle verifiche prescrizionali quando ritenute necessarie ovvero al controllo dell'identità dei prodotti forniti, a fronte di incongruenze riscontrate in fase di campionamento a piè d'opera e/o in fase esecutiva dei lavori.
La segnaletica stradale oggetto del presente Capitolato comprende, in ordine, la segnaletica orizzontale, la segnaletica verticale e la segnaletica complementare. La segnaletica di cantiere è parzialmente trattata, limitatamente alla segnaletica orizzontale temporanea e alla segnaletica verticale, mentre la segnaletica luminosa e quella a messaggio variabile sono oggetto di uno specifico Capitolato.
Il presente Capitolato Speciale di Appalto specifica, oltre ai requisiti, le caratteristiche prestazionali, le modalità di accettazione e di controllo dei materiali, anche le prestazioni attese nel tempo e le modalità di verifica della funzionalità complessiva della segnaletica posta in opera.
Il Capitolato è organizzato per descrivere le caratteristiche prestazionali dei prodotti utilizzati per realizzare l'impianto segnaletico, inteso come l'insieme coordinato e coerente delle varie tipologie di segnali (orizzontali, verticali e complementari) che rispondono alla logica del "progetto di segnalamento" che è lo strumento prescritto dalla norma cogente (art. 77, comma 2, del Regolamento di attuazione del NCS) *"indispensabile per organizzare nel modo più congruo e razionale le informazioni utili e necessarie a garantire la sicurezza nella guida".*

Il presente Capitolato Speciale di Appalto è suddiviso in tre macro paragrafi, suddivisi a loro volta in paragrafi e sottoparagrafi in funzione dei prodotti e dispositivi prescritti attualmente disponibili sul mercato:

A	SEGNALETICA ORIZZONTALE
B	SEGNALETICA VERTICALE
C	SEGNALETICA COMPLEMENTARE

14.2 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

14.2.1 - SEGNALETICA ORIZZONTALE REALIZZATA CON PITTURA A BASE DI RESINA ALCHIDICA O ACRILICA A SOLVENTE ORGANICO

14.2.1.1 - Caratteristiche prestazionali

Tabella 1: Caratteristiche prestazionali* delle pitture a solvente organico

PRESTAZIONI	CONDIZIONI DI MISURA	CLASSI DI PRESTAZIONE	VALORI MINIMI	
Visibilità notturna (RL) per la segnaletica di colore bianco e giallo	In condizioni asciutte	(R3) ≥	150	mcd lux-1m-2
	In condizioni asciutte: giallo**	(R5)	≥ 300	
	In condizioni di bagnato	(RW2)	≥ 35	

	In condizioni di pioggia	(RR1)	≥ 25	
Visibilità diurna (Qd)	Segnaletica bianca asciutta	(Q2)	≥ 100	mcd lux-1m-2
	Segnaletica gialla asciutta	(Q1)	≥ 80	
Resistenza al derapaggio	Segnaletica bagnata	(S1)	≥ 45	SRT
Fattore di luminanza (β)	Segnaletica bianca asciutta	(B4)	≥ 0,50	-

	Segnaletica gialla asciutta	(B3)	≥ 0,40	
Colore (Coordinate cromatiche)***	x	Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore		
	y			

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436
** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (**temporanea**) occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 **con obbligo di garantire** la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade".
*** La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in APPENDICE, Sottoparagrafo 14.10.4 - - PARAMETRI PRESTAZIONALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

14.2.1.2 - Caratteristiche fisico-chimiche

Si tratta di pittura costituite da leganti (resine alchidiche e clorocaucciù – resine acriliche), da solventi (sopratutto toluene, esteri, chetoni e acetati), da cariche, pigmenti e microsfere (per le pitture premiscelate). Le sostanze che evaporano (solventi volatili) variano dal 15% al 30% della vernice, mentre la percentuale dei prodotti non volatili varia dal 70% all'85%. Il tempo di essiccazione si aggira sui 30 minuti. La durata media prevista per la pittura a solvente è di circa 6 mesi, al termine dei quali dovrebbero essere intrapresi nuovamente i lavori per la manutenzione della striscia stesa sul manto stradale ovvero, se necessario, alla rimozione delle tracce residue e alla nuova stesa del prodotto. La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente, cioè contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione (il diametro delle sfere è generalmente, ma non obbligatoriamente, compreso nell'intervallo 63 ÷ 212 micron). In fase di applicazione della pittura, al fine di ottenere le classi di prestazione di RL prescritte nella Tabella 1, dovranno essere contemporaneamente postspruzzate microsfere di vetro di granulometria media (granulometrie configurabili nei seguenti intervalli: 125 ÷ 600, 300 ÷ 600 oppure 125 ÷ 850 micron). In merito alle caratteristiche prestazionali delle microsfere di vetro da premiscelare e da postspruzzare, si veda il paragrafo 14.2.3 - - PRODOTTI POSTSPRUZZATI E PREMISCELATI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE del presente Capitolato. Durante l'applicazione delle microsfere di vetro postspruzzate si dovrà limitare l'azione di quegli elementi perturbatori che influiscono sul grado d'affondamento delle microsfere, quali il vento, l'elevata umidità, l'alta temperatura e il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e la postspruzzatura delle microsfere di vetro. Sarà d'obbligo quindi proteggere dal vento il sistema d'applicazione delle microsfere di vetro in fase di postspruzzatura e ridurre al minimo il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e l'applicazione delle microsfere di vetro. Inoltre, in fase d'applicazione, bisognerà evitare i sovradosaggi che tendono a ingrigire la striscia segnaletica.
Per la pittura bianca il pigmento inorganico è costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco. Pur non entrando in merito alla natura delle cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno comunque, per qualità forma e dimensioni, contribuire a migliorare
le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di aderenza che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa (la striscia di pittura dovrà comunque avere un valore SRT ≥ 45 corrispondente al valore minimo di SRT prescritto nella Tabella 1 del presente CSA).
Per la pittura gialla il pigmento dovrà essere alternativo al cromato di piombo che, l'Unione Europea ha inserito tra le sostanze vietate e soggette a preventiva autorizzazione. La classificazione del cromato di piombo è rilevabile nel Regolamento dell'Unione Europea del 14 febbraio 2012, n. 125/2012 (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 15 febbraio 2012 n. L41).
La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV. Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale); inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso. La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola. La pittura non dovrà assorbire grassi, oli e la sua composizione chimica dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

14.2.1.3 - Prove di laboratorio

La caratteristiche fisico-chimiche delle pitture a solvente organico sono riportate nella successiva Tabella 2. Le

prove elencate sono quelle usualmente applicate per caratterizzare le pitture spartitraffico realizzate dai produttori. In assenza di norme armonizzate di riferimento per le pitture a solvente - la nuova FprEN 1871 è una pre-norma armonizzata ancora in fase di approvazione da parte del CEN che include la procedura di certificazione dei prodotti segnaletici e l'apposizione del marchio "CE" - i parametri richiesti sono vincolanti per la fornitura dei prodotti per la segnaletica orizzontale.

Tabella 2: Caratteristiche fisico-chimiche delle pitture a solvente organico

PROVA	**VALORE RICHIESTO**	**UNITA' DI MISURA/ TOLLERANZA/ METODODI VALUTAZIONE**	**NORMA**
Potere coprente (rapporto di contrasto)	98,00%	Rb/Rw	UNI ISO 3905 UNI EN ISO 2814
Resa superficiale	≥ 1,2÷≤ 1,5	m2/kg	
Densità (Massa volumica)	≥ 1,7	kg/l(±0,1 kg/l)	ASTM D 1475
Aggiunta di diluente	≤ 4 %	in peso	-
Tempo di essiccamento	≤ 30	Minuti primi	ASTM D 711
Contenuto di materie non volatili	≥ 70÷ ≤ 85	% in peso	ASTM D 1644
Contenuto di pigmenti e cariche	≥ 35÷≤ 45	% in peso	FTMS 141a-4021.1
Contenuto di biossido di titanio in pitture di colore bianco	≥ 14	% in peso	ASTM D 1394-76
Resistenza agli agenti chimici *	Nessuna alterazione	Valutazione visiva	ASTM D 543
Resistenza all'abrasione**	Il segnale deve essere ancora visibile al termine della prova	Valutazione visiva e perdita % in peso	UNI 10559
Resistenza ai raggi UVB	Nessuna alterazione	Valutazione visiva e misura, prima e dopo la prova di esposizione, delle Coordinate cromatiche e del Fattore di luminanza	UNI EN 1871 4.1.4.3

* Lubrificanti, carburanti, cloruro di calcio, cloruro di sodio La prova consiste nel lasciar stagionare per 7 giorni 6 provini metallici su cui è stato steso un film di pittura di 250 µm ed infine sottoporli a 2 immersioni di 30' ciascuna

al termine delle quali non si deve rilevare visivamente alcuna alterazione.
** Sottoparagrafo 14.10.8 - - PROVE SULLE PITTURE A SOLVENTE.

14.2.1.4 - Sostanze pericolose

Le sostanze, siano esse liquide, gassose o solide, sono considerate pericolose quando costituiscono un rischio per la salute o la sicurezza dei lavoratori e sono causa di inquinamento ambientale.
Sono considerate sostanze pericolose i solventi presenti nelle pitture alchidiche e acriliche, sopratutto toluolo e xilolo, i solventi aromatici, esteri e acetati. I solventi sono utilizzati in miscela tra loro ed evaporano più o meno velocemente una volta stesa la pittura, invero non se ne trova traccia nel film asciutto
La Direzione Generale della Commissione Europea per l'Ambiente, consiglia una progressiva riduzione dei componenti organici volatili (VOC - Volatiles Organic Compound) presenti nelle pitture a solvente non acquoso, per i loro effetti sull'ambiente. In merito ai pigmenti cancerogeni, si è sopra accennato al divieto d'uso del cromato di piombo nelle pitture per segnaletica stradale temporanea. Il Regolamento n. 125/2012 del 14 febbraio 2012 (G.U. dell'Unione Europea L41 del 15/02/2012) che modifica l'allegato XIV del REACH (Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals"), ha inserito il **cromato di piombo** tra le sostanze cancerogene e quindi tale pigmento non deve essere utilizzato nei prodotti segnaletici forniti alla Provincia di Savona.
In sede di fornitura dei contenitori di pittura alchidica o acrilica a solvente organico, l'appaltatore deve fornire alla DL tutti i documenti più specificamente indicati nel paragrafo 14.3 - - ACCETTAZIONE E CONTROLLI5 del presente CSA.
Inoltre, la ditta fornitrice si impegna a rispettare tutte le norme vigenti in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura per l'utilizzo di preparati pericolosi (vernice e diluente). Le pitture saranno confezionate in fustini nuovi (di tipo omologato nel pieno rispetto della normativa ADR) con coperchio ad apertura completa e del peso massimo di kg 30. Lo smaltimento dei contenitori vuoti dei prodotti utilizzati nell'ambito dei lavori di segnaletica stradale, così come lo smaltimento dei residui prodotti dalla pulizia delle macchine traccialinee e di tutte le attrezzature di supporto, sarà a cura e a spese dell'esecutore del lavoro (l'appaltatore). I residui dei prodotti utilizzati per realizzare la segnaletica orizzontale, sono da considerare rifiuti speciali pericolosi quando il prodotto è classificato pericoloso ai sensi delle disposizioni di cui alle direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e/o del Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP) e successive m.e i.. Il prodotto in tale caso dovrà essere dotato di una scheda dati di sicurezza conforme alle disposizioni del Regolamento (CE) 1907/2006 e successive modifiche. La pericolosità dei rifiuti deve essere dichiarata dal fabbricante in base alle disposizioni legislative vigenti. Dello specifico prodotto dovrà essere fornita la scheda di sicurezza in occasione della fornitura a piè d'opera. Lo smaltimento dei residui deve essere affidato ad una società autorizzata alla gestione di tale tipologia di rifiuti, nel rispetto della normativa nazionale e di quella eventualmente disposta a livello locale. Come prescritto (art. 96, comma 1, lettera f, del D.Lgs. 81/2008), le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, curano le condizioni di rimozione dei materiali pericolosi, previo, se del caso, coordinamento con il Responsabile Unico del Procedimento. Della conformità alle norme in vigore e della regolarità delle procedure di smaltimento, l'appaltatore dovrà darne evidenza documentale all'Ente Appaltante (v. sottoparagrafo 14.3.5 - - ASPETTI AMBIENTALI CONNESSI ALLA REALIZZAZIONE DELLA SEGNALETICA STRADALE del presente CSA).
In merito ad eventuali responsabilità, come è noto, il fabbricante il prodotto non si assume responsabilità per l'uso improprio della pittura da parte dell'applicatore L'applicatore deve assicurarsi della idoneità e completezza delle informazioni contenute nella scheda di sicurezza in relazione allo specifico uso del prodotto. **Poiché l'uso del prodotto non cade sotto il diretto controllo del fabbricante, è obbligo dell'utilizzatore osservare le leggi e le disposizioni vigenti in materia di igiene e sicurezza.**

14.2.2 - SEGNALETICA ORIZZONTALE REALIZZATA CON PITTURE A BASE DI RESINA ACRILICA A SOLVENTE ACQUOSO

14.2.2.1 - Caratteristiche prestazionali

Tabella 3: Caratteristiche prestazionali* delle pitture acriliche in emulsione acquosa

PRESTAZIONI	CONDIZIONI DI MISURA	CLASSI DI PRESTAZIONE	VALORI MINIMI	
Visibilità notturna	In condizioni	(R3)	≥ 150	mcd lux-$^{-1}$m^{-2}

(RL) per la segnaletica di colore bianco e giallo	asciutte			
	In condizioni asciutte: giallo**	(R5)	≥ 300	
	In condizioni di bagnato	(RW2)	≥ 35	
	In condizioni di pioggia	(RR1)	≥ 25	
Visibilità diurna (Qd)	Segnaletica bianca asciutta	(Q3)	≥ 130	mcd lux^{-1}m^{-2}
	Segnaletica gialla asciutta	(Q2)	≥ 100	
Resistenza al derapaggio	Segnaletica bagnata	(S1)	≥ 45	SRT
Fattore di luminanza (β)	Segnaletica bianca asciutta	(B4)	≥ 0,50	-
	Segnaletica gialla asciutta	(B3)	≥ 0,40	
Colore (Coordinate cromatiche)***	x	Sempre all'interno dei box prescritti per ciascun colore		
	y			

* Caratteristiche prestazionali, previste dalla norma UNI EN 1436
** Punto 3.2.3 del Decreto del 10/07/2002 del MIT (S.O. G.U. n. 226/2002): "Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale (**temporanea)** occorre riferirsi alla norma UNI EN 1436 **con obbligo di garantire** la classe R5 per le strade di tipo A, B e D e classe R3 o R5 per gli altri tipi di strade"
*** La tabella con le coordinate cromatiche previste dalla UNI EN 1436 e il relativo grafico sono riportati in APPENDICE, Sottoparagrafo 14.10.4 - - PARAMETRI PRESTAZIONALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

14.2.2.2 - Caratteristiche fisico-chimiche

Questa pittura si distingue da quella a solvente per l'assenza di sostanze pericolose, infatti non contiene alcun solvente, ma resine acriliche in emulsione acquosa. In tal modo l'utilizzo di questo tipo di pittura riduce i problemi di smaltimento dei rifiuti. L'assenza di solventi risolve anche i problemi di sicurezza legati all'infiammabilità. Il tempo medio di essiccazione del prodotto raggiunge i 30 minuti. Pitture all'acqua di recente produzione hanno tempi di essiccamento inferiori. Tuttavia la formazione del film di pittura non sempre è così veloce, infatti se si considerano le operazioni di applicazione in condizioni estreme, cioè in giornate umide e fredde, le pitture in emulsione acquosa, una volta stese, incontrano forti difficoltà ad allontanare l'acqua ed a favorire l'adesione tra le particelle costituenti la fase dispersa (coalescenza). Di conseguenza, in fase di stesa si deve tenere conto delle condizioni atmosferiche. I parametri più importanti (fattori di disturbo per la perfetta riuscita dell'impianto segnaletico), da prendere in considerazione (e quindi da evitare) durante la stesa in quanto influenzeranno il tempo di essiccazione del prodotto, sono i seguenti:

- bassa temperatura dell'aria;
- bassa temperatura del terreno;
- elevata umidità relativa;
- punto di rugiada; presenza di pioggia.

Tali fattori di disturbo sono compensati dai vantaggi che il prodotto segnaletico offre, come i minori rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente; l'assenza di solvente organico rispetto alle pitture tradizionali; le riconosciute prestazioni su strada conformi alle prescrizioni della norma europea di riferimento; la durabilità del prodotto; l'applicabilità su superfici stradali in varie condizioni di usura; l'applicabilità sulla vecchia segnaletica previa accurata pulizia delle superficie.
La pittura acrilica ad emulsione acquosa non deve essere applicata con temperatura dell'aria maggiore di 40 °C o inferiore a 10 °C. Qualche giorno prima della stesa è comunque opportuno pulire il tracciato (alcuni produttori consigliano la pulizia con getti d'acqua) e, contemporaneamente alla stesa, utilizzare un soffiante per aria prima della pistola erogatrice del prodotto per eliminare la polvere residua e gli eventuali aggregati. La qualità e la pulizia del substrato influenzeranno l'adesione del prodotto. La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente con le sfere di vetro postspruzzate durante le operazioni di stesa. In fase di applicazione della pittura, al fine di ottenere le classi di prestazione di RL prescritte nella Tabella 3, dovranno essere contemporaneamente postspruzzate le microsfere di vetro di granulometria media (granulometrie configurabili nei seguenti intervalli: 125 ÷ 600, 300 ÷ 600 oppure 125 ÷ 850 micron). Le microsfere di vetro dovranno essere trattate in superficie in quanto destinate ad essere applicate nei prodotti segnaletici a base di acqua. Il trattamento suggerito è un doppio rivestimento sia per l'adesione sia per la flottazione. Per uno spessore medio (ca. 350 micron) della segnaletica orizzontale di tipo 1*[2] dovranno essere diffuse sul prodotto circa 350 g/m^2 di microsfere di vetro appartenenti ad una delle granulometrie sopra indicate.
In merito alle caratteristiche prestazionali delle microsfere di vetro da premiscelare e da postspruzzare, si veda il paragrafo 14.2.3 - - PRODOTTI POSTSPRUZZATI E PREMISCELATI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE del presente Capitolato.
Le microsfere di vetro postspruzzate svolgano una efficiente funzione di guida agli autoveicoli nelle ore notturne, sotto l'azione della luce dei fari. Le microsfere di vetro si attivano dopo l'essiccamento e dopo l'esposizione dello strato superficiale all'usura del traffico.
Per la **pittura bianca** il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche indicate nella UNI EN 1436. Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a renderla meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa (la striscia di pittura dovrà comunque avere un valore SRT ≥ 45 corrispondente al valore minimo di SRT indicato per i prodotti per la segnaletica orizzontale a base di emulsione acquosa).
La **pittura bianca** non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV. L'emulsione acquosa, dovrà facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovrà evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso. La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola. La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.
Per la **pittura bianca**, il pigmento inorganico è costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco. Pur non entrando in merito alla natura delle cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno comunque, per qualità forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa la segnaletica orizzontale realizzata, con valori di aderenza che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa.
Per la **pittura gialla**, il pigmento è costituito da un pigmento alternativo al cromato di piombo che, recentemente, l'Unione Europea ha inserito tra le sostanze vietate e soggette a preventiva autorizzazione. La classificazione del cromato di piombo è rilevabile nel Regolamento dell'Unione Europea del 14 febbraio 2012, n. 125/2012 (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 15 febbraio 2012 n. L41.). Anche la pittura gialla dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola. La pittura non dovrà assorbire grassi, oli e la sua composizione chimica dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

14.2.2.3 - Prove di laboratorio

Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali utilizzati nelle pitture a solvente acquoso sono riportate nella successiva Tabella 4 Le prove elencate sono quelle usualmente applicate per caratterizzare le pitture spartitraffico

2 La norma UNI EN 1436, al punto 3.7, definisce la segnaletica orizzontale di tipo I e la segnaletica di tipo II. La segnaletica di tipo II è un tipo di segnaletica che presenta notevoli valori di R_L in condizioni di strada bagnata o di pioggia, caratteristiche non necessariamente riscontrabili nella segnaletica di tipo I.

realizzate dai produttori. In assenza di norme armonizzate di riferimento per le pitture in solvente acquoso - la nuova FprEN 1871 è una prenorma armonizzata ancora in fase di approvazione - i parametri richiesti sono vincolanti per la fornitura dei prodotti per la segnaletica orizzontale.

Tabella 4: Caratteristiche fisico-chimiche delle pitture acriliche a solvente acquoso

PROVA	**VALORE RICHIESTO**	**UNITA' DI MISURA/ TOLLERANZA/ METODO DI VALUTAZIONE**	**NORMA**
Potere coprente (rapporto di contrasto)	> 95% (bianca) > 90% (gialla)	Rb/Rw	UNI ISO 3905 ISO 2814
Resa superficiale	≥ 1,0 ÷ ≤ 2,0	m^2/kg	
Densità	≥ 1,7	kg/l (± 0,1 kg/l)	ASTM D 1475
Aggiunta di diluente	≤ 3	% in peso	-
Tempo di essiccamento (15÷40 °C - UR ≤ 70%)	≤ 30	Minuti primi	ASTM D 711
Viscosità	≥ 75 ÷ ≤ 95	Unità Krebs (± 3 UK)	ASTM D 562
Contenuto di materie non volatili	≥ 70 ÷ ≤ 85	% in peso	ASTM D 1644
Contenuto di pigmenti e cariche	≥ 35 ÷ ≤ 45	% in peso	FTMS 141a-4021.1
Contenuto di biossido di titanio in pitture di colore bianco	≥ 14	% in peso	ASTM D 1394-76
Resistenza agli agenti chimici*	Nessuna alterazione	Valutazione visiva	ASTM D 543
Resistenza all'abrasione**	Segnale ancora visibile al termine della prova	Valutazione visiva e perdita % in peso	UNI 10559
Resistenza alla luce	Nessuna alterazione	Valutazione visiva e misura, prima e dopo la prova di esposizione, delle Coordinate cromatiche e del Fattore di luminanza	UNI EN 1871 4.1.4.3

* Lubrificanti, carburanti, cloruro di calcio, cloruro di sodio, La prova consiste nel lasciar stagionare per 7 giorni 6 provini metallici su cui è stato steso un film di pittura di 250 µm ed infine sottoporli a 2 immersioni di 30' ciascuna

al termine delle quali non si deve rilevare visivamente alcuna alterazione.
** Sottoparagrafo 14.10.8 - - PROVE SULLE PITTURE A SOLVENTE.

14.2.3 - PRODOTTI POSTSPRUZZATI E PREMISCELATI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE

14.2.3.1 - Caratteristiche prestazionali delle sfere di vetro postspruzzate

La norma "armonizzata" UNI EN 1423 specifica i requisiti applicabili alle microsfere di vetro e i granuli antiderapanti applicati come materiali postspruzzati sui prodotti per la segnaletica orizzontale. La norma non include invece le microsfere di vetro premiscelate e i granuli antiderapanti
applicati durante il processo di produzione dei prodotti di segnaletica orizzontale. Il prodotto "microsfere di vetro" da postspruzzare è definito dai requisiti elencati nella seguente tabella:
Tabella 11: Requisiti applicabili alle microsfere di vetro da postspruzzare sui prodotti della segnaletica orizzontale

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	VALORE/REQUISITO RICHIESTO	UNITA' DI MISURA TOLLERANZA/METODO	NORMA
Indice di rifrazione*	≥ 1,5	Metodo dell'immersione con illuminazione obliqua	UNI EN 1423 Appendice A
Contenuto di microsfere di vetro difettose	≤ 20 % (microsfere difettose); ≤ 3% (particelle estranee)	Determinazione della percentuale massima ponderata delle microsfere difettose	UNI EN 1423 Appendice D
Granulometria delle microsfere di vetro	Setacci ISO 565 Serie R 40/3	Le granulometrie devono essere descritte in base alle regole di cui al punto 4.1.3 della UNI EN 1423	ISO 565 ISO 2591-1
Contenuto di sostanze pericolose**	≤ 200 ppm	(mg/kg)	UNI EN 1423 Appendice I
Resistenza agli agenti chimici***	Passa / Non passa	Le microsfere di vetro non devono sviluppare velature o opacità a contatto con gli agenti chimici prescritti.	UNI EN 1423 Appendice B

* Indice di rifrazione minimo richiesto.
** Si ricerca separatamente la presenza di arsenico, piombo e antimonio. Tali sostanze erano utilizzate storicamente dai produttori di vetro come agente colorante e affinante.
*** Gli agenti chimici utilizzati per la prova sono: acqua, acido cloridrico diluito, cloruro di sodio e solfuro di sodio.

14.2.3.2 - Caratteristiche prestazionali dei granuli antiderapanti postspruzzati

"I granuli antiderapanti sono granuli duri di origine naturale o artificiale, utilizzati per conferire proprietà antiderapanti alla segnaletica stradale" (UNI EN 1423). I granuli, in funzione della loro natura, possono essere trasparenti ovvero opachi. Sul mercato sono presenti vari tipi di aggregati utilizzati per aumentare il valore di antiderapaggio (SRT) dei prodotti per la segnaletica orizzontale, come il corindone bianco, la cristobalite (minerale di quarzo calcinato e frantumato), la wollastonite (metasilicato di calcio), la malachite (un minerale della famiglia

dei carbonati), l'ossido di alluminio o altri minerali di quarzo. Tali prodotti antiderapanti sono utilizzati in relazione ai prodotti segnaletici sui quali sono miscelati o postspruzzati e devono essere scelti in base alle condizioni di traffico locali cui sono destinati. Un altro aggregato, sempre più utilizzato, è composto da frammenti di vetro (denominati "grani di vetro"), e presenta la proprietà di essere trasparente come le microsfere di vetro, con superficie liscia (concoidale) e conformazione prismatica, con proprietà meccaniche elevate e molto resistente all'abrasione. La UNI EN 1423, sui granuli antiderapanti prescrive una serie di requisiti che i produttori devono certificare per applicare sulle confezioni il marchio "CE". Nella Tabella 12 e Tabella 13, sono elencati i requisiti applicabili per tale tipologia di prodotti.

Tabella 12: Requisiti applicabili ai granuli antiderapanti* da postspruzzare con le microsfere di vetro sui prodotti di segnaletica orizzontale

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	**VALORE/REQUISITO RICHIESTO**	**UNITA' DI MISURA TOLLERANZA/METODO**	**NORMA**
Caratteristiche di visibilità **	Coordinate cromatiche x,y (v. Tab. n. 14) β ≥ 70	La UNI EN 1423 suggerisce la preparazione del campione in conformità alla ISO 7724-2	ISO 7724-2
pH	In funzione del materiale	Determinazione del valore del pH in sospensione acquosa	UNI EN ISO 787-9
Granulometria dei granuli antiderapanti	Setacci ISO 565 Serie R 40/3	Le granulometrie devono essere descritte in base alle regole di cui al punto 4.3.3 della UNI EN 1423	ISO 565 ISO 2591-1
Contenuto di sostanze pericolose***	≤ 200 ppm	mg/kg	UNI EN 1423 Appendice I
Durabilità - Resistenza alla frammentazione	Indice di friabilità: Quantità di materiale di dimensioni inferiori a 0,1 mm prodotto dopo la prova	La granulometria del campione rappresentativo deve compresa tra 0,2 e 2 mm ovvero fra 0,2 e 4 mm	UNI EN 1423 Appendice G

* Granuli antiderapanti trasparenti e non trasparenti

** Prova da applicare solo ai granuli antiderapanti non trasparenti

*** Solo per i granuli antiderapanti in vetro. Si ricerca separatamente la presenza di arsenico, piombo e antimonio. Tali sostanze sono state utilizzate storicamente dai produttori di vetro come agente colorante e affinante.

Tabella 13: Vertici del box cromatico per i granuli antiderapanti non trasparenti

1	**2**	**3**	**4**

x	y	x	y	x	y	x	y
0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375

14.2.3.3 - Caratteristiche fisiche dei prodotti postspruzzati e premiscelati

Microsfere da postspruzzare. "Le particelle sferiche di vetro trasparente sono utilizzate per consentire la visibilità notturna della segnaletica orizzontale mediante la retroriflessione dei raggi incidenti dei proiettori di un veicolo verso il conducente " (UNI EN 1423 e UNI EN 1424).
Le microsfere di vetro possono essere premiscelate durante la produzione dei vari prodotti per segnaletica orizzontale ovvero possono essere aggiunte ai materiali liquidi prima della loro applicazione sulla pavimentazione stradale.
Le microsfere di vetro possono essere postspruzzate sul prodotto per segnaletica orizzontale appena steso, sia che si presenti nello stato liquido (pitture) che allo stato viscoso (termoplastici, prodotti plastici a freddo).
Le microsfere di vetro premiscelate sono contenute, sia nei prodotti segnaletici liquidi* che in quelli viscosi, mediamente oscillante intorno al 30% in peso.
* Per le pitture acriliche in emulsione acquosa le microsfere di vetro **sono usualmente postspruzzate**. La granulometria delle microsfere di vetro deve essere tarata in base alla tipologia di pavimentazione e in base allo spessore della pellicola bagnata. Le ditte produttrici forniscono, alle ditte che effettuano i lavori di segnaletica stradale, delle tabelle per l'applicazione del prodotto spartitraffico all'acqua.
Le imperfezioni delle microsfere di vetro possono compromettere il fenomeno della retroriflessione, per tale motivo si ammette nella miscela al **massimo il 20% di sfere di vetro difettose**. Le sfere difettose possono presentare forme diverse da quella perfettamente sferica, tali forme sono censite come segue:

- microsfere ovalizzate;
- microsfere a goccia;
- microsfere tondeggianti (L/l ≥ 1,3);
- microsfere fuse tra loro;
- microsfere con satelliti;
- microsfere opache;
- microsfere lattescenti;
- microsfere con inclusioni gassose;
- particelle di vetro con spigoli vivi;
- particelle di materiale diverso dal vetro.

Le sfere di vetro il cui indice di rifrazione è compreso tra 1,50 e 1,55, consentono una buona retroriflessione quando il grado d'affondamento nel prodotto segnaletico è compreso tra il 55 e il 60% del loro diametro. Un affondamento inferiore al 50%, pur consentendo in parte la retroriflessione, espone il sistema ottico all'asportazione da parte dei veicoli, mentre un affondamento superiore al 60 % limita il fenomeno, che è comunque compromesso quando l'affondamento supera l'85%.
Le microsfere di vetro postspruzzate possono essere trattate preventivamente con un rivestimento atto a favorirne il galleggiamento sulla superficie esposta del prodotto segnaletico steso ovvero sono trattate con un rivestimento che ne migliora l'adesione al prodotto segnaletico, al fine di evitare il distacco e/o la dispersione delle microsfere di vetro in fase di postspruzzatura, ma anche in conseguenza del passaggio dei pneumatici dei veicoli sul segnale, una volta che la strada è aperta al traffico.
La presenza di rivestimenti che conferiscono alle sfere di vetro le proprietà del galleggiamento e dell'adesione possono essere verificati con i metodi indicati alle appendici E ed F della UNI EN 1423.
Microsfere da premiscelare. Le procedure di qualificazione delle microsfere di vetro da premiscelare sono specificate nella norma europea UNI EN 1424. Analogamente alle microsfere da postspruzzare, i requisiti richiesti sono: la granulometria; l'indice di rifrazione del vetro; la resistenza agli agenti chimici; il contenuto di microsfere difettose; i trattamenti superficiali delle microsfere di vetro. Le procedure di prova indicate richiamano quelle elencate nella Tabella 11. In merito ai requisiti qualitativi, la percentuale massima ponderata di microsfere di vetro difettose da premiscelare, per le sfere del diametro ≥ 1 mm, la tolleranza è ≤ 30% . Per quanto concerne i trattamenti superficiali, la norma ne consente l'applicazione, a patto che il fabbricante ne permetta la verifica con un metodo di prova definito in comune accordo con il fornitore e con il committente.

14.2.3.4 - Granulometrie di riferimento delle microsfere di vetro.

Le granulometrie delle microsfere di vetro da postspruzzare sono usualmente stabilite in funzione dei vari prodotti per la segnaletica orizzontale offerti dai fabbricanti, ma sono determinate anche in base alle seguenti considerazioni:

- tipologia di strada e di traffico in cui saranno applicati i prodotti segnaletici;
- classe di retroriflessione scelta dal committente;
- tipologia di prodotto segnaletico;
- spessore del prodotto segnaletico applicato – correntemente si valuta lo spessore umido;
- quantità di prodotto da postspruzzare.

Come accennato, si ha una retroriflessione accettabile quando il grado d'affondamento delle microsfere di vetro nel prodotto segnaletico è compreso tra il 55 e il 60% del loro diametro. In base a tale considerazione, ne consegue che la conoscenza dello spessore finale del prodotto segnaletico steso è essenziale per la scelta delle granulometrie dei prodotti attualmente disponibili sul mercato. La scelta del fuso granulometrico dipende dall'obiettivo del committente di raggiungere standard prestazionali elevati nel breve e medio periodo e di mantenerli il più a lungo possibile.
La quantità di prodotto da postspruzzare è in funzione del diametro medio delle sfere di vetro applicate e non dipende dallo spessore secco finale del prodotto o dalla tipologia di prodotto segnaletico steso su strada, considerando anche l'uso, da parte e su suggerimento dei produttori, dei trattamenti superficiali che favoriscono il galleggiamento sulla superficie esposta del prodotto segnaletico ed evitano "l'impaccamento" nei contenitori, montati sui mezzi mobili, prima della postspruzzatura. Usualmente il dosaggio medio di riferimento è di 300 grammi di microsfere per ogni metro quadrato di prodotto segnaletico applicato. La granulometria di riferimento delle microsfere di vetro da postspruzzare, adatta per la maggior parte dei prodotti segnaletici, ma **non ne preclude** altre se rispondono ai requisiti richiesti dal committente in merito alla retroriflessione notturna, è riportata nella seguente Tabella n. 14:
Tabella 14: Granulometria delle microsfere di vetro da postspruzzare

Setaccio ISO 565 R 40/3	**Fuso granulometrico (Es. 2 della UNI EN 1423)**	
Luce netta in µm	**% Trattenuto cumulativo in peso**	**% Passante cumulativo in peso**
710	0 - 2	100 - 98
600	0 – 10	100 – 90
355	30 – 70	70 – 30
212	70 – 100	30 – 0
125	95 – 100	5 – 0

La granulometria riportata nella Tabella n. 14 non preclude altre granulometrie conformi ai requisiti richiesti dal committente e alle specifiche del fabbricante. La granulometria delle microsfere di vetro postspruzzate deve comunque garantire le prestazioni richieste dal committente per quanto attiene la visibilità notturna del prodotto segnaletico steso su strada.

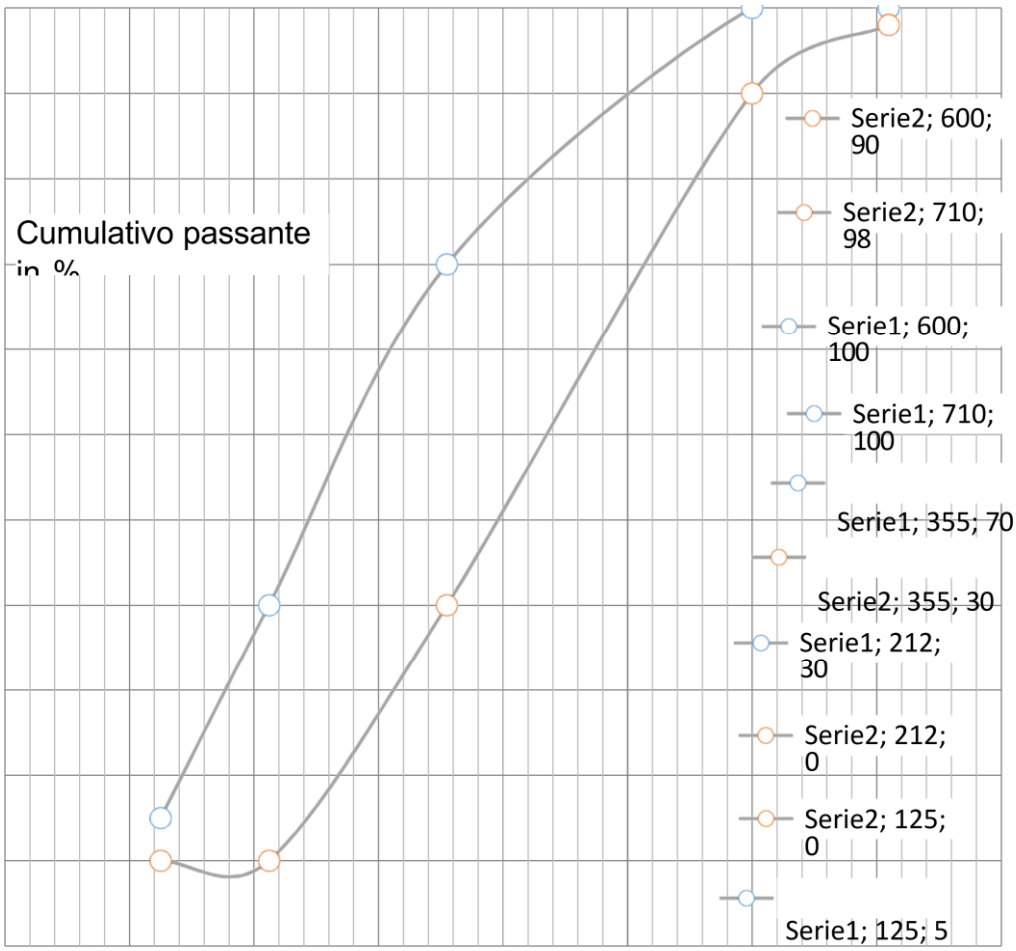


Grafico 1 – Fuso granulometrico di riferimento delle microsfere di vetro da postspruzzare costruito sulla base Luce netta in micron dei setacci ISO 565 – R 40/3
dell'esempio 2 (600-125 micron) – prospetto 4 della UNI EN 1423 – Tabella 14 del Capitolato
Per quanto concerne la granulometria delle microsfere di vetro da premiscelare, usualmente utilizzate nelle pitture a solvente organico, la granulometria di riferimento è riportata nella seguente tabella:
Tabella 15 : Granulometria delle microsfere di vetro premiscelate

Setaccio ASTM N°	Luce netta in µ m	% Passante in peso
70	210	100
140	105	15 - 55
230	63	0 - 10

Granulometrie di riferimento dei granuli. In merito ai granuli antiderapanti la UNI EN 1423 propone una granulometria di riferimento valida sia per i granuli trasparenti che per quelli non trasparenti, così come riportato nella seguente Tabella n. 16:
Tabella 16: Granulometria dei granuli antiderapanti trasparenti e non trasparenti

Setaccio ISO 565 R 40/3	Fuso granulometrico (Es. 3 e 5 della UNI EN 1423)	
Luce netta in µm	**% Trattenuto cumulativo in peso**	**% Passante cumulativo in peso**
1000	0 - 2	100 - 98
710	0 – 10	100 – 90
425	5 – 25	95 – 75
250	40 – 80	60 – 20
150	95 – 100	5 – 0
90	99 – 100	1 – 0

Grafico 2 – Fuso granulometrico di riferimento dei granuli antiderapanti da postspruzzare, trasparenti e non trasparenti, costruito sulla base degli esempi 3 e 5 (710 -150 micron) – prospetto 10 della UNI EN 1423 – Tabella 16 del Capitolato

Le granulometrie riportate nelle Tabella 15 e Tabella 16 **non preclude** altre granulometrie conformi ai requisiti richiesti dal committente e alle specifiche del fabbricante. In particolare, la granulometria dei granuli antiderapanti postspruzzati deve comunque garantire le prestazioni richieste dal committente per quanto attiene le proprietà di antiscivolosità del prodotto segnaletico steso su strada.

14.2.3.5 - Sostanze pericolose

Le sfere di vetro utilizzate nei prodotti per la segnaletica stradale, in particolare nelle pitture, nei prodotti termoplastici, nei prodotti plastici a freddo e nei prodotti preformati, derivano da un processo di produzione che utilizza il vetro frantumato proveniente da riciclaggio. Usualmente i fabbricanti che hanno adottato il sistema di gestione in base alla norma UNI EN 9001 e il sistema di gestione ambientale in base alla UNI EN 14001, non utilizzano vetri riciclati contenenti Arsenico (As), Piombo (Pb) e Antimonio (Sb), additivi tossici utilizzati nei processi di produzione obsoleti. Nella norma armonizzata di riferimento, la UNI EN 1423, è prevista una tolleranza inferiore o eguale a 200 ppm (mg/kg) della presenza dei semimetalli e del metallo tenero nella composizione delle sfere di vetro. L'assenza o la limitata presenza, nelle miscele di microsfere di vetro, di tali sostanze pericolose è uno dei requisiti posti dall'Unione Europea per la commercializzazione del prodotto. "E' importante controllare il contenuto di queste sostanze pericolose perché le microsfere di vetro nell'impiego previsto sono diffuse nell'ambiente" (UNI EN 1423). La globalizzazione dei mercati ha investito anche i prodotti per la segnaletica orizzontale e, in particolare, le microsfere di vetro di vetro per uso stradale. Il vetro utilizzato, usualmente riciclato da televisori e monitor di computer, contiene elevati livelli di piombo, arsenico e antimonio, aggiunti deliberatamente per conferire chiarezza al materiale e per controllare la sfericità delle microsfere di vetro. In talune partite provenienti dai mercati extracomunitari è stata rilevata la presenza di triossido di diarsenico, classificato come sostanza pericolosa a causa delle proprietà tossiche e cancerogene. Invero molti prodotti dell'industria elettronica sono riciclati e nuovamente immessi nel sistema sotto forma di dispositivi utili anche alla segnaletica orizzontale.

Per tale motivo, per precauzione e ai fini della tutela ambientale, i limiti indicati per ciascuna sostanza tossica contenuta nelle sfere di vetro, sono prescrittivi per il fabbricante, per il fornitore e per l'impresa appaltatrice.

14.3 - ACCETTAZIONE E CONTROLLI

Le caratteristiche dei prodotti segnaletici specificate nei precedenti Paragrafi sono condizioni necessarie ma non sufficienti per l'accettazione in quanto comunque subordinata alle prestazioni complessive della segnaletica realizzata in situ e non a quella dei singoli materiali componenti il prodotto. Qualora si preveda l'utilizzo di prodotti segnaletici diversi da quelli su esposti nel presente Capitolato, devono essere forniti tutti i dati necessari per il loro controllo, relativamente alle caratteristiche prestazionali prescritte, nonché la casistica (se presente) delle situazioni in cui sono stati già utilizzati, corredata delle attestazioni di soddisfazione delle Stazioni Appaltanti. La valutazione dei prodotti segnaletici oggetto del presente Capitolato si articola nelle seguenti due fasi:

- **accettazione** dei prodotti segnaletici mediante recepimento della dichiarazione di prestazione per i

prodotti (attestazione di Marcatura CE) e del Dossier di Prodotto, relativamente ai prodotti segnaletici dove tali attestazioni sono previste. In tale fase è prevista anche l'accettazione dei prodotti segnaletici dove la normativa di riferimento non contempla l'apposizione del marchio europeo. In tal caso, saranno fornite alla DL, dall'impresa appaltatrice, la Scheda Tecnica del prodotto, la Scheda di sicurezza e l'eventuale Linea guida, predisposta dal fabbricante, per l'applicazione e la manutenzione su strada del prodotto;

- **controlli da effettuare** in corso d'opera (in riferimento alle norme UNI EN 1423, UNI EN 1463-1, UNI EN 1436, FprEN 1871, UNI EN 1790, UNI EN 12899-1 e UNI EN 12899-3, che specificano sia le caratteristiche prestazionali dei prodotti per la segnaletica stradale orizzontale, verticale e complementare, nonché i metodi di prova e di verifica delle predette caratteristiche).

14.3.1 - ACCETTAZIONE

Per quanto riguarda l'**accettazione del materiale** da parte della **Direzione Lavori**, oltre che alle dichiarazioni di accompagnamento dei lotti dei prodotti segnaletici forniti da parte del fabbricante/fornitore, si farà riferimento ai dati di seguito riportati:

- dichiarazioni di prestazione (attestazione di marcatura CE) per i prodotti segnaletici in cui è prevista l'apposizione del marchio "CE"
- Dossier di Prodotto
- Scheda tecnica
- Scheda di sicurezza
- Rapporti di prova per i prodotti segnaletici in cui è prevista l'apposizione del marchio "CE"
- Rapporti di prova per i prodotti segnaletici in cui non è prevista l'apposizione del marchio "CE"
- Eventuale Linea Guida per l'apposizione su strada e la manutenzione periodica emessa dal fabbricante/fornitore dei prodotti per segnaletica stradale

La Dichiarazione di Prestazione, le informazioni tecniche e la scheda di sicurezza e, quando presente, anche la scheda dati di sicurezza del REACH, devono essere forniti in lingua Italiana. Il **produttore o fornitore** (nel caso quest'ultimo rappresenti un produttore extraeuropeo) è tenuto a fornire la dichiarazione di prestazione dei prodotti per la segnaletica orizzontale dove previsti (**Marcatura CE** secondo le Norme armonizzata UNI EN 1423; UNI EN 1463-1; UNI EN 1790; UNI EN 12899-1; UNI EN 12899-3), inclusa ogni eventuale variazione alla scelta proposta in fase di offerta. Tale dichiarazione sarà vincolante e verrà allegata ai documenti contrattuali. Pertanto, i produttori/fornitori devono essere in possesso dei rapporti di prova rilasciati da laboratori certificati su campioni effettivamente rappresentativi di ogni singolo prodotto a **Marcatura CE**, per il quale si prevede l'utilizzo nella realizzazione dei lavori di segnaletica stradale. Oltre all'attestato di **Marcatura CE**, il produttore deve raccogliere tutta la documentazione relativa alla fornitura in un apposito **Dossier di Prodotto**, che dovrà contenere tutte le informazioni tecniche e le certificazioni del prodotto proposto in fase di gara; tale dossier costituirà elemento di riferimento per ogni prova e verifica eseguita in corso d'opera e/o in fase di collaudo. Nei casi in cui il prodotto segnaletico non sia oggetto di una norma armonizzata, ma sia considerato nella categoria dei materiali contemplati dal CEN per i prodotti relativi alle attrezzature fisse per la circolazione stradale, il fabbricante che vuole comunque pervenire alla marcatura CE, dovrà fornire all'appaltatore e quindi al committente, la relativa **Valutazione Tecnica Europea (ETA)** inerente il prodotto oggetto dell'appalto . **L'accettazione di valori in deroga** a quelli specificati è subordinata alla dichiarazione, nel Dossier di Prodotto, di adeguate garanzie di tipo prestazionale, che saranno quindi soggette a verifica da parte della Direzione Lavori.

Tabella 44: Accettazione dei materiali (check-list)

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	
FASI DI CONTROLLO	**AZIONI DI VERIFICA**
MARCATURA CE	conformità delle prestazioni connesse alla loro funzione (proprietà fotometriche, colorimetriche); proprietà di sicurezza e compatibilità ambientale (proprietà di antiscivolosità, assenza di prodotti pericolosi); mantenimento nel tempo delle prestazioni dichiarate; presenza di una eventuale ETA.
ACCETTAZIONE DEI PRODOT-	disegni relativi al Progetto di segnalamento (se ri-

TI PER LA SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE - VERTICALE _ COMPLEMENTARE	chiesto in fase di gara) ; dichiarazioni di prestazione (marcatura CE); dossier di prodotto (certificati delle marcature CE rilasciate dai vari organismi notificati relativi ai vari componenti o dispositivi costituenti i prodotti segnaletici per la segnaletica orizzontale, verticale e complementare); rapporti di prova; Eventuale linea guida per l'applicazione e la manutenzione del prodotto segnaletico; completezza del materiale fornito.
ULTERIORI VERIFICHE	certificazioni/attestazioni; campioni rappresentativi della fornitura da sottoporre a prove di laboratorio;
NOTA Se il Direttore Lavori riscontra che un qualsiasi prodotto o componente del prodotto non sia adatto all'impiego DEVE chiederne la sostituzione.	

14.3.2 - MARCATURA "CE"

Il rilascio della **Marcatura CE** per **taluni prodotti avviene** secondo il sistema di attestazione di conformità "1" relativo alla valutazione e verifica della costanza della prestazione tra quelle previste dal Regolamento UE 305/2011; in particolare, il suddetto livello prevede l'attuazione di un Sistema di Controllo di Fabbrica (FPC) a carico del produttore e l'esecuzione delle prove di Tipo iniziale (ITT) ad opera dell'organismo di certificazione del prodotto.
Con particolare riguardo ai seguenti materiali:

- "Materiali da postspruzzare – Microsfere di vetro, granuli anti derapanti e loro miscele";
- "Inserti stradali catarifrangenti – Parte 1: requisiti di prestazione iniziale";
- "Materiali preformati per segnaletica orizzontale";

in quanto attrezzature stradali, queste sono obbligate al rilascio della Marcatura CE, che deve essere redatta secondo quanto previsto dalle Norme armonizzate UNI EN 1423, UNI EN 1463-1, UNI EN 1790, UNI EN 12899-1 e UNI EN 12899-3.
Nel dettaglio, la Marcatura CE dei prodotti elencati consiste nella dichiarazione sia delle prestazioni direttamente connesse alla loro funzione (ad es. prestazioni fotometriche) che delle prestazioni "non fotometriche", ovvero inerenti le prestazioni di visibilità diurna, relative alla sicurezza della circolazione stradale, relative alla protezione ambientale e alla durabilità nel tempo.
Tale dichiarazione deve inoltre riguardare il mantenimento nel tempo delle prestazioni dichiarate. La Dichiarazione della prestazione delle caratteristiche essenziali, che è di responsabilità del produttore, deve essere effettuata in base a rapporti di prova emessi da laboratorio notificato, con evidenza di notifica riportata sul sito ufficiale della Commissione Europea http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/.

14.3.3 - DOSSIER DI PRODOTTO

Per garantire la corrispondenza dei materiali e dei sistemi proposti in fase di gara alle specifiche di progetto, deve essere presentato il **Dossier di Prodotto** che deve riportare i contenuti minimi indicati nel presente Capitolato. Tale documento contiene i **certificati di prova** attestanti la conformità dei materiali e dei sistemi proposti ai requisiti minimi prestazionali specificati.
All'Impresa aggiudicataria, a **garanzia della conformità** dei campioni stessi alle norme prescritte, sarà richiesta una dichiarazione impegnativa, firmata dal legale rappresentante, relativa ai prodotti impiegati, accompagnata da certificati ufficiali di analisi, ovvero copie fotostatiche

autenticate, rilasciate da istituti specializzati, competenti ed autorizzati, per tutti o parte dei ma- teriali usati, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori.

La **dichiarazione impegnativa** sopra citata dovrà, di norma, contenere:

- nomi commerciali, eventuali marchi di fabbrica, tipi e caratteristiche tecniche dei prodotti che verranno usati;
- metodi e cicli per le lavorazioni di materiali;
- identificazione degli stabilimenti di produzione e ragione sociale della Ditta produttrice.

La presentazione da parte dell'aggiudicatario di **certificato di qualità del fornitore** del prodotto fornito, non lo esime in alcun modo dalle responsabilità dirette verso la Provincia di Savona in merito alla qualità del prodotto stesso.

14.3.4 - LABORATORI ACCREDITATI

Le **prove di qualifica** eseguite in integrazione alla **Marcatura CE**, nonché le **prove di collaudo o verifica** eseguite sui materiali o sui singoli componenti della segnaletica 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), ovvero dai laboratori del Centro Ricerca di Ce- sano - ANAS.

14.3.5 - ASPETTI AMBIENTALI CONNESSI ALLA REALIZZAZIONE DELLA SEGNALETICA STRADALE

Nel corso dei lavori per la realizzazione della segnaletica stradale, sia essa orizzontale, verticale o complementare, sono prodotti dei rifiuti la cui gestione deve essere prevista in fase di predisposizione delle attività da parte dell'appaltatore. In merito alla gestione dei rifiuti, sia quelli derivanti dall'esecuzione dei lavori di segnaletica orizzontale (posa e ripasso), sia quelli prodotti nel corso della rimozione della segnaletica preesistente, sia quelli derivanti dall'attività connessa all'installazione della segnaletica verticale e complementare, le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie sono, secondo le norme cogenti *(D.lgs. n° 152/2006 "Norme in materia ambientale")*, *produttori/detentori* di tutti i rifiuti prodotti nell'ambito delle attività oggetto dei lavori affidati.

All'avvio dei lavori l'impresa dovrà fornire al committente un Piano di gestione dei rifiuti che identifichi tutte le tipologie di rifiuto per le quali la stessa impresa risulti essere il "produttore/detentore".

14.3.5.1 - Piano di gestione dei rifiuti

In particolare il ***Piano di gestione dei rifiuti*** deve contenere:

- i **rifiuti prodotti:** il produttore del rifiuto deve provvedere alla corretta classificazione e caratterizzazione del rifiuto, specialmente quello classificato come "pericoloso", attraverso l'analisi dell'attività che lo ha generato e della sua composizione e dei valori limite di concentrazione delle sostanze pericolose determinate attraverso l'utilizzo di laboratori accreditati. Il committente può richiedere all'impresa evidenza delle informazioni utilizzate per la classificazione e caratterizzazione del rifiuto e copia del certificato di analisi emesso dal laboratorio accre- ditato;
- le **modalità di deposito temporaneo:** l'impresa esecutrice dei lavori deve depositare i rifiuti prodotti in area individuata contestualmente con il committente e adibita a "deposito temporaneo" nel rispetto delle norme tec- niche, delle modalità di stoccaggio, e dei limiti temporali e quantitativi previsti dalla normativa vigente, evitando qualunque commistione tra i rifiuti e il suolo non protetto su cui sono provvisoriamente appoggiati o su cui insi- stono anche se in modalità protetta;
- la **documentazione relativa alla idoneità amministrativa dei trasportatori:** il trasporto dei rifiuti può essere effettuato dalle stesse imprese produttrici dei rifiuti se regolarmente iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali per il trasporto in conto terzi alla categoria idonea. Al committente deve essere fornita l'evidenza delle necessarie iscrizioni all'Albo Gestori Ambientali. Nel caso in cui l'impresa deve affidare i rifiuti ad altri sog- getti regolarmente iscritti all'Albo Nazionale Gestori Ambientali per il trasporto in conto terzi, deve verificare che il trasportatore sia iscritto alla categoria che gli consente di conferire allo smaltimento i rifiuti prodotti. A tal fine, l'impresa deve fornire al committente copia degli atti prescritti, posseduti dalla ditta alla quale l'impresa intende affidare il trasporto per lo smaltimento;
- la **documentazione relativa all'idoneità amministrativa degli impianti di smaltimento e di**

recupero utilizzati: l'impresa esecutrice deve assicurarsi che gli impianti presso i quali avviene il conferimento dei rifiuti siano regolarmente autorizzati ad una o più operazioni di smaltimento e/o recupero tra quelle previste dal D.Lgs. 152/2006. L'impresa, dopo averli ricevuti dalla ditta incaricata del conferimento, fornisce al committente copia degli atti prescritti posseduti dai gestori degli impianti ai quali intende affidare le operazioni di smaltimento o di recupero. L'impresa esecutrice deve fornire al committente copia della documentazione cogente atta a far cessare la responsabilità dell'esecutore, nella sua qualità di produttore/detentore, circa il corretto avvio a smaltimento o recupero dei rifiuti ("quarta copia del formulario di identificazione dei rifiuti" e "certificato di avvenuto smaltimento").

L'impresa, in qualità di produttore dei rifiuti, dispone del regolare **Registro di carico e scarico dei rifiuti,** e provvede a tenerlo aggiornato conformemente alle modalità e tempistiche di compilazione previste dalla norma cogente.

Dietro formale richiesta del DL, l'impresa esecutrice dei lavori dovrà fornire copia della documentazione da cui risulti evidenza della corretta gestione dei rifiuti (Formulario identificazione rifiuti e Registro di carico e scarico).

14.4 - MODALITA' DI ESECUZIONE

14.4.1 - IL PROGETTO DI SEGNALAMENTO

Il Progetto di Segnalamento - Come accennato nella premessa, il presente Capitolato è organizzato per descrivere le caratteristiche prestazionali dei prodotti utilizzati per realizzare "**l'impianto segnaletico"**, inteso come l'insieme coordinato e coerente delle varie tipologie di segnali (orizzontali, verticali e complementari; quelli luminosi e a messaggio variabile sono trattati in un Capitolato "ad hoc") che rispondono alla logica del "**Progetto di Segnalamento"** che è lo strumento prescritto dalla norma cogente (art. 77, comma 2, del Regolamento di esecuzione e attuazione del NCS) **indispensabile per organizzare nel modo più congruo e razionale le informazioni utili e necessarie a garantire la sicurezza nella guida.** "Le informazioni da fornire agli utenti sono stabilite dall'ente proprietario della strada secondo uno specifico progetto riferito ad una intera area o a singoli itinerari, redatto, se del caso, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe cointeressati, ai fini della costituzione di un ***sistema segnaletico*** armonico integrato ed efficace, a garanzia della sicurezza e della fluidità della circolazione pedonale e veicolare" (art. 77, comma 2 del Regolamento).

La necessità e l'opportunità del Progetto di Segnalamento per gli Enti gestori delle strade è prescritto dal Regolamento e dalla Direttiva del 28/12/2000 in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e manutenzione ed è finalizzato al miglioramento continuo della sicurezza stradale.

Il Progetto ha inoltre la finalità di mantenere sotto controllo le prestazioni dell'impianto segnaletico, "**l'arredo stradale**", e ciò è oggi possibile in quanto per ogni specifico materiale e/o dispositivo sono vincolanti i requisiti prestazionali dettati dalle norme europee armonizzate. I materiali e i dispositivi sono comunque coperti da un insieme di norme volontarie, europee e nazionali, che descrivono efficacemente le caratteristiche prestazionali su cui informare i Capitolati tecnici e i contratti d'appalto.

Con la locuzione "**requisiti prestazionali**" si intende definire l'insieme delle aspettative inderogabili, predeterminate sperimentalmente a misura dell'utente, riguardanti il funzionamento reale di un prodotto o di un dispositivo valutati nelle effettive condizioni d'uso. I requisiti sono espressi attraverso parametri tecnici (grandezze scalari e/o vettoriali) e/o in forma di indici adimensionali organizzati in classi di prestazione crescente.

La presenza contemporanea di più requisiti e delle varie classi di prestazione prescritte per ogni singolo componente del sistema segnaletica stradale, garantisce la sicurezza standard dell'impianto. La decadenza di uno solo dei parametri, afferente ad una delle prestazioni richieste, può compromettere l'efficienza del materiale e/o del dispositivo e, indirettamente, la funzionalità e la sicurezza dell'intero sistema. L'art. 124 del Regolamento di esecuzione e attuazione del NCS specifica che la segnaletica di indicazione, ma la segnaletica nel suo complesso è sottintesa, deve essere sottoposta a periodiche verifiche di valutazione della rispondenza alle esigenze del traffico e alle necessità degli utenti, nonché alla verifica sullo stato di conservazione.

Il Progetto di Segnalamento può riguardare singoli sottosistemi, come quello dedicato alla segnaletica orizzontale, alla segnaletica verticale e alla segnaletica complementare oppure due sottosistemi integrati. Ad esempio, l'uso integrato dei materiali e dei dispositivi della segnaletica stradale orizzontale costituita da pitture stradali, segnaletica stradale profilata, inserti stradali catarifrangenti (occhi di gatto) e i dispositivi della segnaletica complementare, composti dai delineatori di margine con i dispositivi rifrangenti incassati e i delineatori modulari di curva, costituiscono gli elementi necessari ad impostare il progetto di segnalamento che può essere definito di "delineazione stradale", mutuando la definizione rilevabile nell'introduzione al Manuale n. 93-001 della Federal Highway Administration USA, http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/93001/93001.pdf

Le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, in caso di nuovo impianto o di manutenzione straordinaria, prima di realizzare l'impianto segnaletico dovranno prendere visione del progetto esecutivo di segnalamento, adeguando la loro attività alle indicazioni ivi prescritte.

In caso di manutenzione ordinaria, il Progetto di segnalamento, predisposto dall'Ente committente sarà una guida operativa alla realizzazione degli interventi da parte dell'impresa appaltatrice, con l'indicazione dei tratti da risanare, e/o da ripassare e/o da rinnovare completamente ovvero dei dispositivi da integrare, sostituire o rimuovere.
Il Progetto di segnalamento deve essere considerato come un sottoinsieme di un progetto più ampio denominato "Piano della segnaletica", tale piano integra una serie di informazioni, insieme a quelle censite dal catasto, in una visione d'insieme del contesto territoriale che comprende

- l'individuazione dei limiti di competenza dei vari enti gestori sul territorio;
- l'analisi del contesto infrastrutturale, insediativo, produttivo e ambientale;
- la classificazione dei vari itinerari d'intervento e il loro andamento plani-altimetrico;
- l'analisi della composizione e dei flussi di traffico;
- l'analisi dell'incidentalità e dei cosiddetti "black spots";
- l'individuazione delle tipologie di utenti della strada, compresi gli utenti deboli (pedoni, ciclisti e ciclomotoristi) e vulnerabili (motociclisti);
- l'integrazione, ai fini dell'apposizione della segnaletica stradale, con eventuali piani preesistenti dai vari enti territoriali (i piani di viabilità extraurbana a livello delle Nuove Provincie o della Città Metropolitana; i piani urbani del traffico e i piani urbani di mobilità a livello comunale ; ecc.);
- l'integrazione, ai fini del coordinamento della segnaletica (orizzontale, verticale e complementare), con le valutazioni, i controlli, le disposizioni sulla gestione e le ispezioni inerenti la sicurezza della rete stradale di cui al D.Lgs. n. 35/2011.

Il Piano della segnaletica indica i criteri generali per intervenire a livello progettuale nell'itinerario individuato, disponendo, ai fini della sicurezza degli utenti, dell'intero apparato segnaletico che il Nuovo Codice della Strada consente di utilizzare.
Il Progetto di segnalamento fornisce, a sua volta, le indicazioni per la definizione in dettaglio degli elementi segnaletici costituenti l'impianto.
La successiva figura n. 1 mostra il diagramma sintetico delle varie fasi afferenti la realizzazione della segnaletica stradale (orizzontale, verticale e complementare)

Figura 1: diagramma sintetico afferente le varie fasi di realizzazione della segnaletica stradale

3. Segnaletica orizzontale

Accettazione e controllo dei materiali. I materiali, prima della posa in opera, dovranno essere accettati dalla Direzione dei Lavori secondo le modalità prescritte nel paragrafo 14.3 - - ACCETTAZIONE E CONTROLLI del presente Capitolato.
I materiali dovranno provenire da produttori o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, e dovranno corrispondere come caratteristiche tecnico-qualitative ai requisiti esposti nei paragrafi afferenti la segnaletica orizzontale.
La DL si riserva di verificare la corrispondenza delle caratteristiche prestazionali dichiarate e certificate sia in fase di fornitura dei materiali, a piè d'opera, sia in fase esecutiva, durante l'allestimento dell'impianto segnaletico. In particolare la DL disporrà i seguenti controlli:

- accertamenti preventivi. Il Direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di "qualità" e di "conformità" presentati dall'Impresa, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle prescrizioni date dalle vigenti norme, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche prove di controllo preventivo di laboratorio a spese della Provincia di Savona **a meno di quelle per il prelievo e l'invio dei campioni al Laboratorio Ufficiale Autorizzato**.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi dalle caratteristiche stabilite dalla vigente normativa, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali.
Per tutti i ritardi nell'inizio della fornitura derivanti dalle difformità sopra accennate o dalla ritardata presentazione delle Certificazioni e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale, sarà applicata la penale prevista in contratto.

- prove sistematiche di controllo in fase esecutiva. In relazione a quanto precisato nel precedente articolo circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, **sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali** indicati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, tutte le prove di analisi dei materiali saranno eseguite presso laboratori accreditati, o presso altro Laboratorio Ufficiale Autorizzato. I campioni
verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione. I risultati ottenuti in tali laboratori, saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

I campioni, nelle varie fasi di controllo, saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria. I costi inerenti le prove dei materiali, nella fase di accertamento preventivo e nella fase esecutiva, sono a carico dell'impresa appaltatrice. Eventuali ripetizioni delle prove, dovute a risultati non coerenti con la certificazione fornita, sono a carico dell'impresa appaltatrice.

Modalità di preparazione del piano di posa. Per le specifiche riguardanti la realizzazione della segnaletica orizzontale si richiama la norma UNI 11154. In particolare si richiamano i paragrafi che seguono.

Prima di iniziare un lavoro di posa della segnaletica orizzontale, l'Impresa deve effettuare le seguenti verifiche:

- verificare se lo stato della segnaletica preesistente, qualora presente, permette una sovrapposizione del prodotto senza rischi per la buona riuscita dell'applicazione stessa, tenendo in considerazione la compatibilità dei prodotti;
- verificare il tipo di supporto (conglomerato bituminoso, conglomerato bituminoso drenante, calcestruzzo, pietra) e la sua compatibilità con il materiale da applicare;
- accertarsi delle condizioni fisiche della superficie, per esempio che non ci sia presenza di crepe o irregolarità che possano ostacolare l'applicazione del materiale;
- verificare che il supporto risulti perfettamente pulito, privo cioè di agenti inquinanti quali per esempio macchie d'olio o di grasso, o resine provenienti dagli alberi, che possano influenzare la qualità della stesa;
- poiché la maggior parte dei materiali è incompatibile con l'acqua, verificare che il supporto sia asciutto e che la sua temperatura rientri nell'intervallo previsto per l'applicazione del materiale come risulta dalla scheda tecnica del produttore;
- rilevare i valori di temperatura del supporto ed umidità relativa dell'aria prima della stesa, che devono rientrare nell'intervallo previsto per il prodotto da utilizzare (vedere scheda tecnica del produttore).

Nel caso in cui non si siano verificate le condizioni idonee all'applicazione, l'Impresa non deve procedere all'esecuzione del lavoro e deve avvisare la Direzione Lavori per avere istruzioni. La fase di tracciamento e preparazione è indipendente dal tipo di prodotto utilizzato e per quanto riguarda strisce, frecce, iscrizioni, simboli e altri segnali prestabiliti da realizzare secondo il Piano di segnalamento approvato dalla DL, si deve far riferimento alla legislazione vigente (DPR n° 495/1992 "Regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della Strada").

Per quanto concerne la preparazione della pavimentazione, questa dovrà essere pulita ed esente da agenti inquinanti che possano compromettere la realizzazione dell'impianto e/o del ripasso a regola d'arte. **La pulizia è a carico dell'Appaltatore.**

14.5 - 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, 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 evidenzia, inoltre, che tale documentazione contabile resterà di proprietà della Provincia di Savona. 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.

4. Segnaletica orizzontale

Le quantità dei lavori e delle forniture saranno determinate con metodi geometrici, a numero od a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.
I lavori saranno liquidati in base alle verifiche dei parametri prestazionali, indicate nei paragrafi precedenti di questo Capitolato.
Nel caso che dalle misure di controllo delle quantità risultassero dimensioni minori di quelle prescritte dalla DL sarà facoltà insindacabile della stessa ordinare la rimozione delle opere e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso le minori dimensioni accertate fossero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, queste potranno essere accettate e pagate, ad insindacabile giudizio della DL, in base alle quantità effettivamente eseguite con applicazione delle opportune detrazioni.
Le misure saranno eseguite in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dall'Impresa.
Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica anche in occasione della visita di collaudo. In particolare:

- la valutazione delle strisce longitudinali sarà effettuata a metro lineare in base allo sviluppo effettivo secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle zebrature, linee di arresto e simili sarà effettuata a metro quadrato in base allo sviluppo effettivo della superficie verniciata e secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.
- La valutazione delle scritte a terra sarà effettuata a metro quadrato in base alla superficie, vuoto per pieno, del parallelogramma che circoscrive ciascuna lettera.

14.6 - NON CONFORMITA' E SANZIONI

Tutte le prestazioni dei componenti la segnaletica stradale, orizzontale, verticale e complementare, prescritti dal progetto e dichiarati nel **Dossier di Prodotto** potranno essere singolarmente verificati in corso d'opera.
Ogni inidoneità riscontrata obbliga l'Appaltatore all'applicazione dei necessari correttivi, ovvero alla sostituzione del componente inidoneo con altro componente che assicuri le prestazioni dovute.

Qualora le caratteristiche e la qualità dei materiali non dovessero corrispondere ai limiti in pre- cedenza indicati, la fornitura dei prodotti sarà ritenuta **non conforme** e la **Direzione Lavori** pro- cederà nei modi di seguito descritti:

- per **irregolarità relative alla qualità dei materiali** e quanto altro possa concorrere, anche in modo parziale, a compromettere le caratteristiche prestazionali richieste e la durata delle opere realizzate, l'Appaltatore sarà tenuto a **sostituire a sue spese i materiali in difetto** con altri che rispondano alle caratteristiche richieste;
- per **irregolarità relative a caratteristiche** che, comunque, non concorrano a compromettere le prestazioni delle opere realizzate.

Le **prestazioni complessive degli impianti segnaletici** saranno verificate con riferimento alla verifica delle caratteristiche prestazionali richieste nel presente Capitolato, con le modalità specificate nell'APPENDICE.

Per l'Appaltatore, il riscontro della mancata o carente realizzazione di impianti segnaletici conformi alle prescrizioni contrattuali, comporta l'onere di revisione del progetto del piano di segnalamento e di revisione/integrazione dell'intervento effettuato, entro un termine di tempo che verrà stabilito dalla **Direzione Lavori.**

14.7 - COLLAUDO

Il **Collaudatore**, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al **collaudo** dei sistemi segnaletici realizzati, siano essi afferenti alla segnaletica orizzontale, verticale ovvero complementare, allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali. Nel dettaglio, le attività di collaudo sono distinte nelle due tipologie di verifiche di seguito riportate, che devono essere attuate in sequenza:

- il Collaudo tecnico amministrativo, che consiste nella verifica puntuale della rispondenza tra opere realizzate ed opere progettate, con particolare riferimento alle caratteristiche geometriche e dimensionali delle opere, alle caratteristiche strutturali, a quelle prestazionali dei singoli componenti e, quindi, del sistema nel suo complesso, oltre che della rispondenza dei valori indicati nelle dichiarazioni di prestazione (attestazione di Marcatura CE) e nel dossier di Prodotto;

- la verifica della prestazione fotometrica, da attuare attraverso l'esecuzione di rilevazioni puntuali e, se disponibile il mezzo, con rilievi dinamici in corrispondenza dei punti e dei tratti di misura significativi per le varie tipologie di segnaletica.

La non rispondenza di una o più delle verifiche di cui al punto i. non consente l'esecuzione delle verifiche di cui al punto ii. ciò, in quanto, tali non rispondenze sono da imputarsi ad errori di esecuzione e, di conseguenza, rendono non collaudabile e liquidabile il lavoro.

5. Collaudo delle caratteristiche tecnologiche dei segnali stradali

Vengono di seguito descritte le modalità di collaudo delle caratteristiche geometriche, dimensionali e strutturali delle varie tipologie di segnaletica installate.

Le prove richieste dal Collaudatore saranno a carico dell'Appaltatore del sistema segnaletico specifico.

La parte integrante del collaudo delle suddette caratteristiche è rappresentata dalla verifica puntuale dei seguenti documenti, che dovranno essere consegnati dall'Impresa alla Direzione Lavori al termine di tutte le lavorazioni:

- Dichiarazione di prestazione (attestazione di Marcatura CE)
- Rapporti di prova
- Manuale di installazione
- Manuale di manutenzione

Nel dettaglio, il collaudo delle caratteristiche tecnologiche e prestazionali dei segnali, ad esclusione delle prestazioni fotometriche e colorimetriche del sistema segnaletico considerato, consiste nello svolgimento delle seguenti attività:

- verifica delle caratteristiche geometriche e dimensionali;
- verifica delle **caratteristiche tecnologiche dei materiali** (ad es. anche mediante l'esecuzione di prove di durabilità specifiche per ogni tipo di materiale costituente la varie categorie segnaletiche);
- verifica delle **caratteristiche prestazionali ad esclusione di quelle fotometriche e colorimetriche** (ad es. la resistenza al derapaggio dei prodotti della segnaletica orizzontale).

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 (descritte in dettaglio nei successivi Paragrafi) e verificato il rispetto di quanto eventualmente richiesto, provvederà quindi al rilascio del relativo Certificato di collaudo.

6. Collaudo delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche dei segnali stradali

Il collaudo funzionale delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche dell'impianto segnaletico oggetto del collaudo, deve essere effettuato attraverso le due fasi successive che vengono di seguito riportate:

- **Collaudo dell'opera realizzata,** che consiste nell'analisi della documentazione tecnica (relazioni di progetto, certificati di attestazione delle caratteristiche dei materiali, ecc.), oltre che nella verifica, anche per ispezione visiva, dei componenti del sistema segnaletico oggetto del collaudo (assenza di distacchi nelle pitture);
- **Collaudo funzionale,** che consiste nella:
  - **verifica delle caratteristiche fotometriche** del sistema segnaletico oggetto dell'appalto;
  - verifica delle caratteristiche colorimetriche e del fattore di luminanza del sistema segnaletico oggetto dell'appalto;
  - **verifica della coerenza dei prodotti e dispositivi installati,** sia nel loro insieme che per tipologia di segnaletica installata, con il **Progetto di Segnalamento** predisposto dal committente.

Le modalità di verifica sono analoghe sia in strade esistenti, sia in strade di nuova realizzazione.

- La verifica delle caratteristiche fotometriche, colorimetriche e del fattore di luminanza, consiste nella effettuazione dei rilievi fotometrici e colorimetrici post-operam presso punti di misura significativi, direttamente sulla strada ovvero sui segnali verticali e/o complementari pre-individuati contestualmente tra la DL e impresa appaltatrice (Punti di Controllo).

Il collaudo si considera superato se le verifiche effettuate confermano l'effettivo conseguimento delle prestazioni fotometriche, colorimetriche e tecnologiche prescritte. Il dettaglio delle operazioni di verifica e di calcolo da eseguire in fase di collaudo è riportato in APPENDICE.

14.8 - MANUTENZIONE

I materiali e i dispositivi che costituiscono il "sistema segnaletica stradale" devono essere dotati di un **Piano di Manutenzione**.

Tale Piano, che costituisce parte integrante del Progetto Esecutivo, deve prevedere, pianificare e programmare le attività di manutenzione dei materiali e dei dispositivi costituenti il "sistema segnaletica stradale", allo scopo di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

7. Contenuti e articolazione del Piano di Manutenzione

Sulla base di quanto indicato dal D.Lgs 36/2023 all'art. 41 "Livelli e contenuti della progettazione" il **Piano di Manutenzione** è costituito dai seguenti **documenti operativi**:

- **Manuale d'uso,** che riporta i metodi di ispezione da utilizzare allo scopo di individuare i possibili difetti che possono influenzare la durabilità del bene, la cui risoluzione consente di garantire l'allungamento della vita utile del sistema ed il mantenimento del valore patrimoniale dello stesso;
- **Manuale di manutenzione,** che costituisce lo strumento in grado di gestire un contratto di manutenzione ordinaria e l'eventuale ricorso ai centri di assistenza o di servizio;
- **Programma di manutenzione**, che definisce e programma gli interventi necessari a garantire la funzionalità, la durabilità ed il corretto esercizio degli impianti segnaletici realizzati, nonché la frequenza, gli oneri e le strategie di attuazione degli interventi da compiere nel medio e nel lungo periodo; in particolare, tale programma deve essere definito in funzione delle prestazioni attese (per classe di requisito), dei controlli da eseguire nei successivi momenti del ciclo di vita dell'impianto/i (dinamica delle prestazioni), oltre che dell'organizzazione temporale degli interventi di manutenzione da realizzare.

Si ritiene comunque opportuno evidenziare come, già nelle fasi di esecuzione delle scelte progettuali e costruttive, si dovrà tener conto dell'esigenza di minimizzare la necessità di prevedere interventi di manutenzione sugli impianti realizzati. A tale proposito, è opportuno che la realizzazione dell'impianto/i segnaletici sia tale da garantire che, dopo il suo collaudo, durante la **Vita di Servizio dei materiali e dei dispositivi** (si veda la tabella relativa alla ***vita utile*** dei prodotti segnaletici nel Paragrafo 14.9 - - GARANZIA relativo alla garanzia che deve fornire l'appaltatore per il lavoro realizzato) non debbano di norma venire eseguiti importanti lavori di manutenzione, escludendo i lavori dovuti a cause accidentali, nonché gli interventi di pulizia ordinaria e di eventuale rimozione dei graffiti. L'Appaltatore, in caso di esito negativo dei controlli, sarà chiamato a sostituire gli elementi divenuti inidonei, per i periodi sopra richiamati. Lo stesso Appaltatore si dovrà quindi impegnare a fornire, per i suddetti periodi di garanzia, elementi uguali a quelli messi in opera, oppure a sostituirli con elementi aventi almeno pari prestazioni e tali da non compromettere la funzionalità del sistema realizzato. Nei successivi paragrafi, distinti tra prodotti segnaletici usurabili ed elementi strutturali, sono riportati (a titolo indicativo e non esaustivo) gli interventi di manutenzione da prevedere per le principali categorie di materiali che costituiscono i sistemi segnaletici, singoli o integrati.

8. Manutenzione dei prodotti e dei dispositivi costituenti la segnaletica stradale

Vengono di seguito riportate le attività di controllo e gli interventi per la manutenzione degli elementi segnaletici che costituiscono il sistema, con l'indicazione della frequenza con le quali devono essere attuate. I controlli devono essere eseguiti con riferimento ai differenti possibili materiali con i quali sono realizzati i sottosistemi. Si sottolinea, inoltre, come il suddetto elenco sia da considerarsi come minimo, ma non esaustivo. A tale proposito, si evidenzia come le attività di controllo saranno tutte effettuate da parte della Provincia di Savona, mentre gli eventuali interventi di manutenzione dovranno essere eseguiti a carico, rispettivamente, dell'Appaltatore (Tabella n. 46) e della Provincia di Savona (Tabella 47).

Tabella 46:Interventi di manutenzione da eseguire a carico dell'Appaltatore.

Attività di controllo		
SEGNALETICA ORIZZONTALE	**Frequenza**	**Intervento di manutenzione**
Verifica dell'integrità delle strisce longitudinali	3 ÷ 6 mesi	Ripasso dei prodotti nei casi di distacco dalla pavimentazione
Verifica delle prestazioni fotometriche	3 ÷ 6 mesi	Ripasso del prodotto con microsfere di vetro postspruzzate per ristabilire le prestazioni prescritte
Verifica delle prestazioni colorimetriche	3 ÷ 6 mesi	Ripasso del prodotto in caso di scolorimento o ingrigimento dovuta alla risalita del butume o all'eccessiva postspruzzatura di microsfere di vetro di vetro
Verifica della resistenza al derapaggio	3 ÷ 6 mesi	Postspruzzatura di granuli antiderapanti in caso di riduzione dell'aderenza dei pneumatici con

		valori di SRT inferiori a quelli prescritti

Tabella 47:Interventi di manutenzione da eseguire a carico della Provincia di Savona

Attività di controllo		
SEGNALETICA ORIZZONTALE	**Frequenza**	**Intervento di manutenzione**
Verifica della visibilità diurna e notturna nei punti in cui l'impianto è soggetto ad essere sporcato dal passaggio dei mezzi	6 mesi	Lavaggio con acqua a pressione delle strisce compromesse dallo sporco e dal grasso
Ispezione dell'integrità delle strisce	1 anno	Segnalazione agli utenti dell'assenza di segnaletica oriz- zontale e apposizione del pannello integrativo prescritto (Modello II 6/a art. 83 Regolamento di Attuazione del NCS)

14.9 - GARANZIA

14.9.1 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

L'Impresa deve garantire quanto segue:
la segnaletica orizzontale permanente eseguita, in funzione del prodotto utilizzato, deve essere garantita dall'Appaltatore per i periodi minimi indicati nella seguente tabella:
Tabella 48: Durata minima di vita funzionale* dei prodotti per la segnaletica orizzontale

PRODOTTO SEGNALETICO	**DURATA DI VITA FUNZIONALE**
Pittura a solvente organico (colore bianco)	6 mesi
Pittura a solvente acquoso (colore bianco)	8 mesi
Pittura in materiale termoplastico (colore bianco)	24 mesi
Pittura in materiale plastico a freddo (colore bianco)	24 mesi
Prodotti preformati (colore bianco)	36 mesi
Inserti stradali catarifrangenti	24 mesi

* La durata minima di vita funzionale è la durata in cui tutti i requisiti prestazionali prescritti, per ogni singolo prodotto, sono presenti e il decadimento degli stessi, al termine del periodo indicato, è comunque contenuto all'interno delle classi di prestazione iniziale significative (il minimo prescritto per rispondere al requisito richiesto) prescritte dalla UNI EN 1436.

Al termine dei suddetti periodi di garanzia, i prodotti segnaletici stesi o installati devono presentare le seguenti caratteristiche:

- i prodotti per segnaletica orizzontale devono presentare una striscia visibile, compatta ed uniforme, senza distacchi e con le dimensioni originali di stesa integre;
- le coordinate cromatiche dei prodotti per segnaletica orizzontale devono ricadere all'interno del box cromatico prescritto per il colore bianco;
- i valori di retroriflessione dei prodotti per segnaletica orizzontale non devono essere inferiori alla classe R2 (100) della UNI EN 1436;
- la resistenza al derapaggio dei prodotti per segnaletica orizzontale non deve essere inferiore alla classe S1 (45) della UNI EN 1436;
- il coefficiente di intensità luminosa R, degli inserti stradali catarifrangenti, misurato ad un angolo di incidenza di 0,3° e ad un angolo di illuminazione di ± 5°, non deve essere minore dell'80% del valore esposto nella Tabella 17 del presente CSA;

Prestazioni visive notturne (requisiti fotometrici dei dispositivi catarifrangenti permanenti e temporanei – Classi PRP 1 e PRT 1):

Tabella 17: Coefficiente di intensità luminosa* (R) dei catarifrangenti applicati alla pavimentazione stradale rafforzativi della segnaletica orizzontale (UNI EN 1463-1)

Angolo di ingresso βH	**Angolo di incidenza α**	**Coefficiente di intensità luminosa (mcd lx-1) – valori minimi**		
		Tipo di catadiottro**		
		1 (in vetro)	**2 (in plastica)**	**3 (in plastica con strato superficiale antiabrasione)**
± 15°	2°	2	2,5	1,5
± 10°	1°	10	25	10
± 5°	0,3°	20	220	150

* Il valore R rilevato deve essere moltiplicato per il fattore cromatico dei catarifrangenti degli inserti stradali: 1,0 per il colore bianco e 0,6 per il colore giallo.

** Paragrafo 7.2 della norma UNI EN 1463-1

- Il fattore di luminanza, degli inserti stradali catarifrangenti, non deve essere minore dell'80% del valore esposto nella Tabella 19 del presente CSA.

Prestazioni visive diurne (colore dei dispositivi catarifrangenti temporanei – Classe DCR 1):

Tabella 19: Coordinate cromatiche* per la radiazione retroriflessa della struttura dei dispositivi catarifrangenti temporanei applicati alla pavimentazione stradale rafforzativi della segnaletica orizzontale (UNI EN 1463-1)

Colore	**1**		**2**		**3**		**4**		**Fattore di luminanza α**
	x	**y**	**x**	**y**	**x**	**y**	**x**	**y**	

Bianco	0,350	0,360	0,300	0,310	0,290	0,320	0,340	0,337 0	≥ 0,75
Giallo	0,522	0,47	0,470	0,440	0,427	0,483	0,465	0,534	≥ 0,45

* Le coordinate cromatiche e il fattore di luminanza della struttura degli inserti temporanei deve essere determinata utilizzando l'illuminante normalizzato **D65** e la geometria di misura 45/0.
L'Impresa non avrà nulla a pretendere, in caso di rifacimenti successivi al primo impianto e per il mantenimento dei requisiti prestazionali entro il periodo minimo indicato per ciascun prodotto.
L'Impresa appaltatrice dovrà verificare, in contraddittorio con il Direttore dei Lavori, le condizioni di non conformità dell'impianto segnaletico eventualmente rilevate nel periodo di vita funzionale assicurata. Nei casi in cui non si rilevino particolari situazioni anomale che possono giustificare la non conformità in quanto causata da fatti imprevedibili, su disposizione del DL, l'impresa dovrà rifare la segnaletica non conforme durante il periodo in cui l'impianto è ancora in garanzia. A tal fine la Provincia di Savona richiede il mantenimento di una **fidejussione** da parte del soggetto appaltatore, per un periodo corrispondente alla durata di vita funzionale garantita per ciascun prodotto, a partire dalla data del collaudo tecnico amministrativo del lavoro, per un importo pari al 5% del valore dell'installazione (fornitura e posa in opera).
Tale fidejussione, che è finalizzata a garantire il rispetto degli standard di qualità dei materiali e dell'installazione complessiva nei tempi fissati, viene svincolata al termine del periodo suddetto, a seguito del positivo esito delle verifiche sopra descritte.

14.10 - APPENDICE

14.10.1 - NORMATIVE E RIFERIMENTI

Il recente quadro normativo afferente la segnaletica stradale. I materiali e i dispositivi utilizzati nei lavori di segnaletica stradale, disciplinati nel presente Capitolato Tecnico, dovranno essere installati nel pieno rispetto delle norme vigenti, in particolare gli articoli 77 e seguenti del Regolamento per quanto attiene la segnaletica verticale; l'art. 35 inerente i segnali orizzontali temporanei e i dispositivi retroriflettenti integrativi relativamente ai lavori ed i depositi su strada e i relativi cantieri che devono essere dotati di sistemi di segnalamento temporaneo; gli articoli 137 e seguenti per quanto concerne la segnaletica orizzontale; gli articoli 153 e 154 per quanto riguarda i dispositivi retroriflettenti integrativi della segnaletica orizzontale e gli altri dispositivi contemplati nel Regolamento; gli articoli 173 e 174 relativamente ai delineatori normali di margine e ai delineatori speciali nel contesto della prescrizioni per la segnaletica complementare.
Nel corso dei lavori afferenti la segnaletica (orizzontale, verticale e complementare), sarà obbligo delle imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, di adottare nell'esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessarie per assicurare la sicurezza dei lavoratori, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati. Inoltre, l'impresa è obbligata agli adempimenti previsti dal D.lgs.
n. 81/2008 e successive modifiche in attuazione dell'articolo 1 della Legge, n. 123/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. In particolare, in riferimento al **Decreto Interministeriale del 04/03/2013**, in attuazione di quanto previsto dall'art. 161, comma 2-bis, del D.lgs. 81/08, l'impresa dovrà rispettare il regolamento, emanato con il predetto Decreto, che individua le procedure di revisione, integrazione e apposizione della segnaletica stradale destinata alle attività lavorative che si svolgano in presenza di traffico veicolare.
Le imprese appaltatrici, esecutrici o affidatarie, nelle attività di apposizione della segnaletica per la delimitazione di cantieri stradali in presenza di traffico veicolare, applicano almeno i criteri minimi di sicurezza di cui all'allegato I del predetto regolamento e ne danno evidenza nei documenti della sicurezza. Dell'adozione e applicazione dei criteri minimi, anche l'ente appaltante proprietario delle strade (gestore delle infrastrutture), ne dà evidenza nei propri documenti della sicurezza.
Il presente Capitolato Tecnico, relativamente ai prodotti e dispositivi utilizzati, è strutturato, oltre che sulle norme cogenti relative alla segnaletica stradale, anche su una serie di norme volontarie predisposte da parte dell'UNI e del CEN, sia per la caratterizzazione fisica, chimica e tecnologica dei materiali costituenti i prodotti e i dispositivi segnaletici, sia per la valutazione delle caratteristiche prestazionali degli impianti realizzati con l'uso di tali materiali. Tra le due categorie di norme (cogenti e volontarie), si è inserita una terza tipologia, le cosiddette norme coperte da Mandato della Commissione Europea (norme armonizzate) che spostano l'attività di controllo del Committente dalla verifica dei materiali utilizzati in corso d'opera, intesa come
verifica quali-quantitativa dei singoli componenti costituenti il prodotto o il dispositivo, alla valutazione della prestazione finale fornita all'utente del servizio da parte dei prodotti stessi, una volta applicati e attivi nel contesto

delle opere stradali.
In base alle regole comunitarie condivise da tutti gli Stati membri, nel caso di norme coperte da Mandato, dopo un periodo di coesistenza, le norme nazionali (anche cogenti), inerenti o in contraddizione, devono essere ritirate.
Le caratteristiche qualitative dei materiali e dei dispositivi sono a carico del produttore e del fornitore che dovrà operare in regime di qualità, adottando il sistema di gestione indicato dalla UNI EN ISO 9001, fornendo al Committente la documentazione prevista dalle norme per l'uso del marchio "CE". Tale documentazione, emessa da Organismi Notificati riconosciuti dagli Stati dell'Unione (i laboratori di prova, di calibratura e gli organismi di ispezione e di certificazione conformi alle norme europee applicabili), garantisce la qualità dei prodotti o dei dispositivi che possono essere liberamente commercializzati ed ogni vincolo di carattere tecnico o burocratico adottato da singoli paesi membri può inficiare il principio comunitario della libera circolazione delle merci.
La Direttiva del MIT del 05/08/2013, relativa alle istruzioni e linee guida per la posa in opera della segnaletica stradale, rileva che nel "corso degli anni molte delle norme di settore sono state emanate come norme armonizzate, e con decreto del Ministero dello sviluppo economico 8 aprile 2010 è stato pubblicato l'"Elenco riepilogativo di norme concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione". Lo stesso elenco si rinviene nella Comunicazione della Commissione europea 2013/C 186/02, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea in data 28.06.2013".
Per la scelta dei prodotti, materiali ed attrezzature per segnaletica stradale i riferimenti primari sono e restano il Nuovo Codice della Strada ed il suo Regolamento di attuazione, ma è comunque necessario riferirsi alle norme armonizzate per integrare i riferimenti per la qualificazione dei prodotti segnaletici previsti dal Codice e dal Regolamento, la cui emanazione *(Disciplinari tecnici)* è sempre stata rinviata in vista della pubblicazione delle norme europee armonizzate.

L'impiego di prodotti impiegati negli appalti pubblici di lavori devono essere rispondenti, oltre alle regole tecniche nazionali obbligatorie, a "specifiche tecniche", intese come l'insieme delle prescrizioni tecniche che definiscono le caratteristiche richieste di un materiale o un dispositivo, le definizioni afferenti la locuzione "specifiche tecniche", le cui modalità di formulazione sono contemplate nell'art. 79. Specifiche tecniche del D.lgs 36/2023
In merito alla segnaletica orizzontale, le norme europee attualmente vigenti, non armonizzate, come la UNI EN 1871 del 2002 e la più recente UNI EN 12802 del 2011 indicano le proprietà fisiche e specificano i metodi di laboratorio per identificare i componenti presenti nei materiali utilizzati per segnaletica orizzontale. La recente UNI EN 13459 del 2012 specifica i metodi più idonei per ottenere dei campioni rappresentativi per i principali tipi di prodotti, cioè pittura, materiali
plastici a freddo, materiali termoplastici, microsfere di vetro da premiscelare, materiali da postspruzzare, materiali preformati per segnaletica orizzontale e inserti stradali catarifrangenti.
La norma più importante per la caratterizzazione prestazionale della segnaletica orizzontale è la **UNI EN 1436: "un utile riferimento circa i parametri qualitativi minimi in uso della segna- letica orizzontale"** *(Direttiva del MIT "sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per la sua installazione e manutenzione" – Dicembre 2000).*

Nell'ambito della segnaletica orizzontale le **norme armonizzate** attualmente applicabili sono la UNI EN 1423:2004 – "Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele"; la UNI EN 1463-1:2009 – "Inserti stradali catarifrangenti - Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali"; la UNI EN 1790:2013 – "Materiali preformati per segnaletica orizzontale".
Le **norme non armonizzate** a cui fare riferimento sono: la UNI EN 1871, inerente la descrizione delle proprietà fisiche dei materiali utilizzati per realizzare la segnaletica orizzontale (pitture, termoplastici e prodotti plastici a freddo), è attualmente in fase di revisione con l'ipotesi di richiedere, anche per tali prodotti, la marcatura "CE" (FprEN 1871:2012); la UNI EN 1424 - "Microsfere di vetro da premiscelare"; la UNI EN 12802 –"Metodi di laboratorio per l'identificazione"; la UNI 11154 – Segnaletica stradale orizzontale - "Linee guida per la posa in opera"

14.10.2 - NORMATIVA SULLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

Il presente CSA richiama le prescrizioni e i suggerimenti, diretti e indiretti, derivanti da Direttive e Circolari ministeriali, da norme europee e nazionali, che trovano riscontro nei seguenti documenti:

- Direttiva del 24 ottobre 2000 del Ministero dei Lavori Pubblici (G.U. n. 301 del 28/12/2000) relativa alla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione;
- DECRETO 10 luglio 2002 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Pubblicato sulla GU n. 226 del

26-9-2002 - Suppl. Straordinario) Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo, dove per la segnaletica orizzontale temporanea
- Direttiva del MIT sulla segnaletica del 05.08.2013 concernente le "Istruzioni e linee guida per la fornitura e posa in opera di segnaletica stradale",
- UNI EN 1436:2008 "Materiali per segnaletica orizzontale - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada";
- UNI EN 1790:2013 "Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali preformati per la segnaletica orizzontale". La norma riguarda i nastri ("materiale preformato in grado di adattarsi alla struttura del supporto, al quale può essere applicato un adesivo sensibile alla pressione, e in grado di essere incollato al supporto senza l'ausilio del calore"), il materiale plastico indurente a freddo (mono-componente o a componenti multipli), il materiale termoplastico preformato (materiale privo di solventi, sotto forma di prodotto granulare o in polvere che è riscaldato fino alla fusione e quindi applicato mediante applicatore meccanico");
- UNI 11154:2006 "Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera - Segnaletica orizzontale". Le

norme di riferimento che le Direttive ministeriali richiamano sono le seguenti:
- UNI EN 1423 - Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da post-spruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele;
- UNI EN 1424 - Materiali per segnaletica orizzontale - Microsfere di vetro da premiscelare;
- UNI EN 1436 Materiali per segnaletica orizzontale - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
- UNI EN 1463-1 - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI EN 1463-2 - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Specifiche delle prestazioni delle prove su strada;
- UNI EN 1871 - Materiali per segnaletica orizzontale - Proprietà fisiche;
- UNI EN 1790 - Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali preformati per segnaletica orizzontale;
- UNI EN 1824 - Materiali per segnaletica orizzontale - Prove su strada;
- UNI 11154 - Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera - Segnaletica orizzontale;
- UNI EN 12802 - Materiali per segnaletica orizzontale - Metodi di laboratorio per l identificazione;
- UNI EN 13197 - Materiali per segnaletica orizzontale - Simulatori di usura tavola rotante;
- UNI EN 13459 - Materiali per segnaletica orizzontale - Campionamento da prodotti immagazzinati e prove;
- UNI EN 13212 - Materiali per segnaletica orizzontale - Requisiti per il controllo di produzione in fabbrica.

14.10.3 - NORMATIVA RELATIVA AI CANTIERI DI LAVORO STRADALI

La realizzazione della segnaletica orizzontale sulla strada, intesa come attività articolata in varie fasi, dall'installazione alla disinstallazione del cantiere, dall'esecuzione alla manutenzione periodica dell'impianto, è considerata un'attività che può comportare un rischio d'incidenti per i lavoratori e gli utenti, per tale motivo è stata oggetto di particolare attenzione da parte del legislatore, degli enti preposti alla sicurezza del lavoro e degli enti proprietari delle strade (centrali e locali), Provincia di Savona in particolare.
In merito alla sicurezza degli utenti della strada, automobilisti e pedoni, e degli operatori impegnati nei cantieri stradali, il legislatore ha approvato le regole generali e attuative, in particolare la normativa cogente di riferimento è il Nuovo Codice della Strada (NCS) e il relativo Regolamento di Attuazione e di Esecuzione (REA).
Il NCS, all'articolo 21, rimanda al Regolamento la definizione delle norme applicative in cui sono definiti i modi e i mezzi per delimitare e segnalare i cantieri e realizzare la visibilità diurna e notturna degli addetti ivi operanti, nonché le modalità di svolgimento dei lavori e gli accorgimenti necessari per la regolazione del traffico limitrofo.
La materia in sé complessa ha indotto il MIT, nel 2002, ad integrare i 14 articoli del RDA pertinenti la tematica dei cantieri stradali e ad emanare un apposito disciplinare concernente gli schemi segnaletici da adottare per il segnalamento temporaneo dei cantieri di lavoro stradali **(Decreto MIT del 10/07/2002)**.

Il Disciplinare tecnico, riguardante gli schemi segnaletici da adottare per il segnalamento temporaneo, analizza in 12 paragrafi i contenuti degli artt. dal n. 30 al n. 43 del REA. In particolare suggerisce un metodo di approccio per affrontare i problemi connessi al segnalamento temporaneo, sottolineando che gli schemi segnaletici proposti non sono esaustivi della casistica che usualmente incontrano i tecnici degli enti di gestione. Il disciplinare è un documento per acquisire le regole di base che poi saranno applicate in modo uniforme in tutto il territorio.
Riflessione e buon senso sono gli esercizi richiesti per attuare il segnalamento temporaneo. In modo analogo a quanto previsto dal citato Regolamento per le procedure di sicurezza finalizzate a garantire l'integrità fisica dei

lavoratori nei cantieri stradali, il Disciplinare Tecnico non preclude l'utilizzo di altre metodologie di consolidata validità. "Non c'è una sola maniera di affrontare una data situazione e il disciplinare spesso fornisce per la stessa soluzioni alternative".
"Gli schemi predisposti sono relativi a condizioni della strada senza particolari vincoli sia dal punto di vista del tracciato che del segnalamento. **Pertanto nella scelta dello schema da impiegare nei casi reali occorrerà tener conto delle condizioni di avvistamento almeno del primo segnale e di eventuali prescrizioni già vigenti nel tratto di strada interessato".**
A tale corpo normativo, si è recentemente affiancato il Decreto Interministeriale del 04/03/2013 - Regolamento per l'individuazione delle procedure di revisione, integrazione e apposizione della segnaletica stradale destinata alle attività lavorative che si svolgano in presenza di traffico veicolare, Regolamento espressamente previsto dal Testo Unico delle leggi di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (D.lgs. n. 81/2008).
Nel seguente elenco sono riportate le norme e i riferimenti più importanti:

- Codice della Strada (C.d.S.), DLvo 30/04/1992 n. 285;
- Regolamento di Esecuzione (R.d.E.), D.P.R. 16/12/1992 n. 495;
- Regolamento Modifiche R.d.E, D.P.R. 16/09/1996 n. 610;
- Disciplinare Tecnico Schemi Segnalamento Temporaneo, Ministero delle II. e dei TT. D.M. 10/07/2002;
  - D.lgs. n. 81/2008 e successive modifiche in attuazione dell'articolo 1 della Legge, n. 123/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e s. m. e i..
  - Decreto Interministeriale del 04/03/2013, in attuazione di quanto previsto dall'art. 161, comma 2-bis, del D.lgs. 81/08.

URL 1:
http://www.lavoro.gov.it/documenti-enorme/normative/Documents/2013/ Decreto_Interministe-riale_4_marzo_2013.pdf

- Un utile contributo, in merito alle informazioni disponibili sulla sicurezza dei lavoratori e degli utenti nei cantieri di lavoro stradali, è rilevabile nei seguenti siti dell'INAIL (ISPESL):

URL 2: https://appsricercascientifica.inail.it/profili_di_rischio/Cantieri_stradali/index.asp
URL 3: https://appsricercascientifica.inail.it/profili_di_rischio/Cantieri_stradali/index.htm

14.10.4 - PARAMETRI PRESTAZIONALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

La tabella seguente sintetizza le classi definite nella EN 1436 per ciascuno dei parametri prestazionali della segnaletica orizzontale:
Tabella 51: Parametri prestazionali della segnaletica stradale orizzontale

Parametri prestazionali previsti					**Classi e valori corrispondenti**						
Descrizione requisiti		**Unità di misura**	**Simbolo**	**Classe**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Visibilità diurna	Colore/ Manto**				T	GT	BA GT	BA BC GT	BA BC	BC	
	Coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa	Mcd m-2lx-1	Qd	Q	NPD*	80	100	130	160	200	-
	Colore / Manto**				T	GT	BA GT	BA BC GT	BA BC	BA BC	

	Fattore di luminanza	-	□	□	-	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	-
Visibilità notturna	Segnaletica /Colore***				T	PeG	PeB	PeB PeG PrT	PeB PeG	PeB PrT	
	Retroriflessione in condizioni asciutte	mcd m-2lx-1	RL	R	NP D*	80	100	150	200	300	-
	Retroriflessione in condizioni di bagnato	mcd m-2lx-1	RW	R W	NP D*	25	35	50	75	100	150
	Retroriflessione in condizioni di pioggia	mcd m-2lx-1	RR	RR	NP D*	25	35	50	75	100	150
Aderenza											
	Resistenza al derapaggio	-	SR T	S	NP D*	45	50	55	60	65	-

* NPD: Nessuna Prestazione Determinata

** Colore: B bianco - G giallo - T tutti. Manto stradale: A asfalto - C calcestruzzo - T tutti.

*** Segnaletica: Pe permanente - Pr provvisoria. Colore: B bianco - G giallo - T tutti.

Soglie di accettabilità. - I requisiti che la segnaletica orizzontale deve possedere, definiti SOGLIE DI ACCETTABILITA', ai sensi della norma europea UNI EN 1436, riguardano le prestazioni attese durante la sua vita funzionale. Le prestazioni sono dichiarate attraverso parametri che rappresentano i diversi aspetti prestazionali della segnaletica orizzontale, usualmente identificati attraverso classi di prestazione. Tali valori minimi dovranno essere rispettati indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernale del piano viabile e, se l'usura è eccessiva, dovranno essere comunque ripristinati, in modo da mantenere i livelli di visibilità richiesti.

Le misure potranno essere fatte per ogni requisito elencato, ad insindacabile giudizio della DL. Il mancato rispetto di un requisito è da considerarsi come un "mancato servizio" e quindi tale da giustificare le detrazioni e le penali di cui alle Norme Generali.

Per le verifiche dei parametri prestazionali previsti si individuano due metodi: eseguibili con strumentazione puntuale; eseguibili con strumentazione ad alto rendimento.

Le strumentazioni puntuali consentono il rilievo dei parametri Qd, RL, Coordinate cromatiche, Fattore di luminanza e SRT, mentre le strumentazione ad alto rendimento consentono di misurare RL ed eventualmente CAT (Coefficiente di Aderenza Trasversale).

Retroriflessione alla luce del giorno o in presenza di illuminazione stradale. Il primo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la visibilità del segnale alla luce del giorno cioè in condizioni di illuminazione diurna, misurato mediante il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa "Qd", espresso in mcd m^{-2} lx^{-1}. Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli alla luce del giorno. La segnaletica orizzontale bianca che gialla, in condizioni di superficie stradale asciutta, deve rispettare, per tutta la durata dell'appalto, il seguente valore minimo di Qd:

Qd ≥ 130 mcd m^{-2} lx^{-1}, corrispondente alla classe Q3 .
Fattore di luminanza del prodotto segnaletico asciutto in condizioni di illuminazione diurna. Il secondo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è l'intensità luminosa apparente della superficie del segnale rispetto alla luminanza di riferimento (superficie bianca perfettamente diffondente) misurata mediante il Fattore di luminanza β. Il Fattore di luminanza rappresenta la luminosità (chiarezza) di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione diurna.
In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale bianca realizzata con pitture a solvente deve rispettare il seguente valore minimo di β: β ≥ 0,60, corrispondente alla classe B5.
In condizioni di superficie stradale asciutta, la segnaletica orizzontale gialla realizzata con pitture a solvente deve rispettare il seguente valore minimo di β: β ≥ 0,40, corrispondente alla classe B3.
Retroriflessione del prodotto segnaletico in condizioni di illuminazione notturna con i proiettori dei veicoli. Il terzo parametro che deve essere rispettato dall'appaltatore è la retroriflessione in
condizioni di illuminazione con i proiettori dei veicoli, misurata mediante il coefficiente di luminanza retroriflessa RL, espressa in mcd m^{-2} lx^{-1}. Il coefficiente di luminanza retroriflessa rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri autoveicoli. La misura del parametro RL, sull'asciutto, effettuata con le modalità specificate nel seguito, è alla base della valutazione ed accettazione o meno del lavoro (parametro prestazionale).
In condizioni di superficie stradale asciutta, la *segnaletica orizzontale a solvente* deve rispettare il seguente valore minimo di RL: RL ≥ **150** mcd m^{-2} lx^{-1}, corrispondente alla classe prestazionale R3;

la segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata deve rispettare il seguente valore minimo di RL: RL ≥ **200** mcd m^{-2} lx^{-1}, corrispondente alla classe prestazionale R4;
in condizioni di bagnato la *segnaletica orizzontale a solvente* deve rispettare il seguente valore minimo di RL : RL ≥ **35** mcd m^{-2} lx^{-1}, corrispondente alla classe prestazionale RW2, salvo che si usino i sistemi di emersione delle parti retroriflettenti.

In condizioni di pioggia la segnaletica orizzontale a solvente deve rispettare il seguente valore minimo di RL : RL ≥ **25** mcd m^{-2} lx^{-1}, corrispondente alla classe prestazionale RW1.
In condizioni di bagnato la *segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata* deve rispettare il seguente valore minimo di RL : RL ≥ **50** mcd m^{-2} lx^{-1}, corrispondente alla classe prestazionale RW3, salvo che si usino i sistemi di emersione delle parti retroriflettenti.

In condizioni di pioggia la segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata deve rispettare il seguente valore minimo di RL : RL ≥ **35** mcd m^{-2} lx^{-1}, corrispondente alla classe prestazionale RW2.
Colore. La segnaletica orizzontale da realizzarsi e/o mantenersi con il presente CSA deve essere di colore bianco o giallo. Pertanto, le coordinate cromatiche x, y (il quarto parametro di riferimento), per la segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici indicati nel prospetto Tabella 52 relativa ai vertici delle regioni cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla. Le regioni o box cromatici sono rappresentati nel Grafico n. 3. Le prestazione richieste, relative alle coordinate cromatiche x e y, per la segnaletica orizzontale asciutta e in condizioni di visibilità diurna, sono riportate nel seguente prospetto:
Tabella 52: Vertici dei box cromatici, bianco e giallo, relativi alla segnaletica orizzontale

Vertici		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Segnaletica orizzontale gialla classe Y1	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Segnaletica orizzontale gialla classe Y2	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483

Nota - Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica orizzontale permanente e a quella provvisoria.

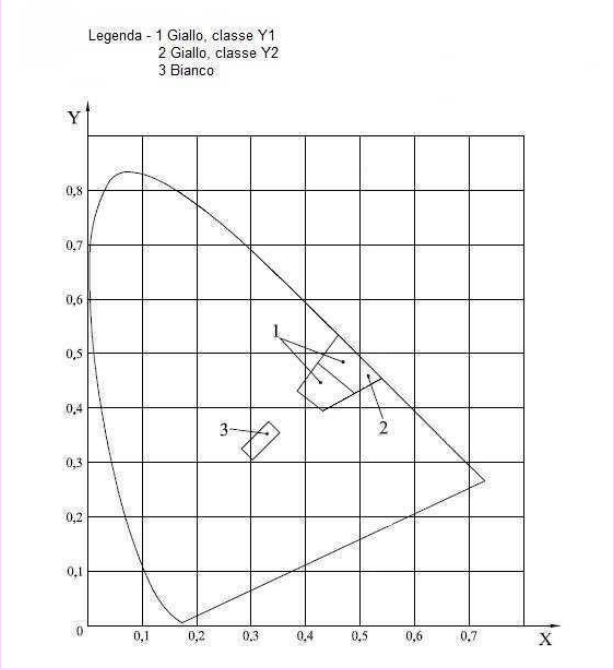


Grafico 3 – Box cromatici del bianco e del giallo per segnaletica stradale orizzontale

Resistenza al derapaggio. Il quinto parametro che l'appaltatore deve rispettare nell'esecuzione dei lavori è il valore della resistenza al derapaggio, espresso in unità SRT misurata in condizioni di superficie stradale bagnata. Per la segnaletica orizzontale a solvente il valore minimo da mantenere per tutta la durata dell'appalto, indipendentemente dalle eventuali condizioni di piano viabile, corrisponde al seguente valore minimo:
SRT ≥ 50, corrispondente alla classe S2.
La segnaletica termoplastica, plastica a freddo e preformata deve rispettare il seguente valore minimo di SRT:
SRT ≥ 55, corrispondente alla classe S3.
La resistenza al derapaggio deve essere misurata seguendo le indicazioni contenute nell'appendice D della norma europea UNI EN 1436.

14.10.5 - VERIFICA DEI REQUISITI PRESTAZIONALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE CON SISTEMI PUNTUALI

Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa (Qd). Per la misurazione del coefficiente di luminanza Qd, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436. Si riportano di seguito le indicazioni principali.
Condizioni di misurazione normalizzata.
Il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd dell'area di misurazione di un segnale orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:
Qd = **L/E** unità: mcd m^{-2} lx^{-1}
dove:
L è la luminanza dell'area di misurazione in condizioni di illuminazione diffusa, unità di misura mcd m^{-2};
E è l'illuminazione sul piano dell'area di misurazione, unità: lx.
La luminanza L deve essere determinata con un angolo di osservazione di 2,29° (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) con l'area di misurazione illuminata mediante una sorgente luminosa normalizzata **D65** analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di 0,33°. La superficie di misurazione della segnaletica orizzontale deve avere un'area di minimo 50 cm2. Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.
Misurazioni di laboratorio. Campioni per misurazioni di laboratorio. I campioni per misurazioni di laboratorio

dovrebbero avere una lunghezza compresa fra 20 cm e 40 cm a seconda dell'apparecchiatura di misurazione utilizzata. Per alcuni segnali orizzontali profilati sono necessari campioni più lunghi. Le dimensioni pratiche sono una lunghezza di 40 cm e una larghezza di 20 cm.
- Metodo: Il campione dovrebbe poggiare su una piastra per facilitarne la movimentazione e rappresentare una superficie di segnaletica orizzontale non deformata. Il campione può essere steso direttamente sulla piastra oppure può essere prelevato dalla superficie stradale e fatto aderire
alla piastra. L'illuminazione diffusa può essere fornita da una sfera fotometrica al centro della quale sia fissato il campione di segnaletica in posizione orizzontale. Nella sfera deve essere installata una sorgente luminosa in modo tale che l'illuminazione diretta cada esclusivamente sulla metà inferiore della sfera. La metà superiore della sfera avrà dunque una luminanza pressoché uniforme per effetto dei fenomeni di riflessione e inter-riflessione Apparecchiatura per misurazione in situ
In caso di misurazioni in situ, l'illuminazione indiretta può essere fornita da un'apertura in una sfera illuminata. È ammesso l'uso di altri tipi di illuminazione a condizione che la luminanza si mantenga costante o che produca il medesimo effetto e possa essere tarata sulle condizioni normalizzate.
Misurazioni alla luce del giorno
La luce del giorno in condizioni di cielo molto coperto con visibilità ragionevole dell'orizzonte si avvicina all'illuminazione diffusa in modo sufficiente da consentire di misurare il coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa.
Queste misurazioni possono essere effettuate con un misuratore di luminanza collocato, per esempio, su un veicolo, puntato in avanti con il corretto angolo di osservazione. La luminanza e l'illuminazione della segnaletica orizzontale davanti al veicolo dovrebbero essere controllate contemporaneamente.
Metodo di misurazione del Fattore di luminanza β. Per la misurazione del Fattore di luminanza si rimanda alla norma europea UNI EN 1436. Si riportano di seguito le indicazioni principali.
Condizioni di misurazione normalizzata. Il Fattore di luminanza b deve essere misurato utilizzando una sorgente luminosa normalizzata D65 analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. La geometria è definita alla situazione 45°/0°, ossia con illuminazione a 45°±5° e misurazione a 0°±10°. Gli angoli sono misurati rispetto alla perpendicolare della superficie della segnaletica orizzontale. L'area minima misurata della superficie della segnaletica orizzontale deve essere di 5 cm2. Per superfici molto ruvide, l'area misurata mediante l'apparecchiatura dovrebbe essere maggiore di 5 cm2.
Apparecchiatura di misurazione.
La misurazione può essere effettuata per mezzo di apparecchiature di laboratorio su campioni di segnaletica orizzontale o per mezzo di apparecchiature portatili su segnaletica orizzontale applicata alla superficie stradale. Tali apparecchiature possono basarsi su misurazioni spettrali seguite dal calcolo del fattore di luminanza β
Il valore di β deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:
Strisce longitudinali. Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori del fattore di luminanza β.
Simboli, lettere e strisce trasversali. Per ogni simbolo, il valore del fattore di luminanza β sarà dato dalla media di minimo cinque letture. Per ogni lettera, il valore del fattore di luminanza β sarà dato dalla media di minimo tre letture. Per ogni striscia trasversale, il valore del fattore di luminanza β sarà dato dalla media di minimo cinque letture.
Metodo di misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa (RL). Per la misurazione del coefficiente di luminanza retroriflessa RL, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436). Si riportano di seguito le indicazioni principali.
Condizioni di misurazione normalizzata. Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL dell'area di misurazione scelta sulla segnaletica orizzontale deve essere determinato nel modo seguente:
RL = **L/E**$^{\perp}$ unità: mcd m^{-2} lx^{-1}
dove:

L è la luminanza dell'area di misurazione illuminata da un'unica sorgente luminosa che abbia una piccola separazione angolare rispetto alla posizione dalla quale viene misurata la luminanza, unità di misura mcd m-2;
$E^{\perp}$ è l'illuminazione creata da una sorgente luminosa sull'area di misurazione su un piano perpendicolare alla direzione di illuminazione, unità: lx.
In condizioni di misurazione normalizzata, le direzioni di misurazione e illuminazione definiscono un piano perpendicolare al piano dell'area di misurazione; l'angolo di osservazione α (l'angolo compreso fra la direzione centrale di misurazione e il piano dell'area di misurazione) è di 2,29°, mentre l'angolo di illuminazione ε (l'angolo compreso fra la direzione centrale di illuminazione e il
piano dell'area di misurazione) è di 1,24°. L'area di misurazione deve essere illuminata da una sorgente luminosa normalizzata **A** analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526.

L'apertura angolare totale delle direzioni di misurazione non deve essere maggiore di 0,33°. L'apertura angolare

totale delle direzioni di illuminazione non deve essere maggiore di 0,33° sul piano parallelo al piano dell'area di misurazione del segnale orizzontale e di 0,17° sul piano contenente le direzioni di misurazione e di illuminazione.
L'area di misurazione sulla segnaletica orizzontale deve avere una superficie minima di 50 cm2. Nel caso di alcuni tipi di segnali orizzontali profilati i cui profili siano separati da uno spazio considerevole, l'area di misurazione totale deve essere sufficientemente lunga da comprendere almeno uno di tali spazi. Il risultato più affidabile si ottiene quando la lunghezza totale comprende un multiplo esatto di tali spazi. L'intera area di misurazione deve essere illuminata in modo uniforme.
Queste misure trasformate in valori di tratta omogenea dei rilievi ad alto rendimento, sono il parametro prestazionale su cui si valuterà l'efficacia della segnaletica e che sarà usato per la definizione di eventuali penali.
Misurazione in condizioni di illuminazione con proiettori di veicoli. È possibile effettuare di notte misurazioni del coefficiente di luminanza retroriflessa RL della segnaletica orizzontale utilizzando un misuratore di luminanza avente caratteristiche idonee e uno dei proiettori di un veicolo adibito al trasporto passeggeri alimentato alla massima potenza o una lampada analoga.
La geometria di misurazione definita nel paragrafo ove si descrivono le condizioni di misurazione normalizzata, è rispettata se la lampada è montata ad un'altezza di 0,65 m dalla superficie stradale, il misuratore di luminanza è montato direttamente sopra la lampada ad un'altezza di 1,2 m dalla superficie stradale e le misurazioni sono effettuate da una distanza di 30 m. Il proiettore deve avere un'intensità luminosa di almeno 100 000 cd in modo tale da fornire un'illuminazione $E^{\perp}$ maggiore di 100 lx. Il raggio del proiettore dovrebbe essere sufficientemente ampio da consentire un'illuminazione uniforme dell'area di misurazione. Un angolo di misurazione idoneo del misuratore di luminanza è un angolo di 6', che dà un'area di misurazione ellittica di 5 cm per 130 cm. Per questo angolo di misurazione, la risoluzione del misuratore di luminanza dovrebbe essere di 0,1 cd·m-2 o maggiore.
È opportuno evitare che luce riflessa colpisca l'apparecchiatura di taratura, che si tratti di un misuratore di illuminazione o di riflessione, frapponendo schermi o superfici scure opache fra la luce e l'apparecchiatura di taratura durante la taratura. È inoltre opportuno evitare che la segnaletica orizzontale sia colpita da riflessi generati da oggetti luminosi dietro ad essa, quali proiettori di veicoli che sopraggiungono, cartelli stradali o superfici riflettenti. Quando si misurano segnali orizzontali bagnati, è di particolare importanza eliminare i riflessi.
Condizioni di bagnato
Tale condizione di prova deve essere creata versando acqua chiara da un secchio di capacità pari a circa 10 l e da un'altezza di circa 0,5 m dalla superficie. L'acqua deve essere versata in modo uniforme lungo la superficie di prova in modo tale che l'area di misurazione e l'area circostante siano temporaneamente sommerse da un'ondata d'acqua. Il coefficiente di luminanza retroriflessa RL in condizioni di bagnato deve essere misurato alle condizioni di prova 1 min dopo aver versato l'acqua.
Il valore di retroriflessione deve essere determinato in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto dalla UNI EN 1436 allegato B.
Strisce longitudinali, simboli, lettere, strisce trasversali e frecce direzionali. Ogni singola verifica deve risultare dalla media di cinque sondaggi eseguiti nel tratto stradale scelto per il controllo, in punti diversi. In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo quindici letture dei valori di retroriflessione. Per ogni simbolo, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture. Per ogni lettera, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo tre letture. Per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo quindici letture. Per ogni freccia direzionale sulla piattaforma, il valore di retroriflessione sarà dato dalla media di minimo cinque letture.
***Verifica della resistenza al derapaggio*.** Per la misurazione della resistenza al derapaggio SRT, si rimanda alla norma europea UNI EN 1436.

Principio della prova

L'apparecchiatura di prova è costituita da un pendolo oscillante provvisto di un cursore di gomma all'estremità libera. Viene misurata la perdita di energia causata dall'attrito del cursore su una lunghezza specificata della superficie stradale. Il risultato è espresso in unità SRT.

14.10.6 - VERIFICA DEI REQUISITI PRESTAZIONALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE CON SISTEMI AD ALTO RENDIMENTO

Metodo di misurazione del Coefficiente di luminanza retroriflessa (RL). I controlli verranno eseguiti dal CSS di Cesano, o con l'ausilio di Imprese specializzate ritenute idonee dal Comittente, in accordo e con l'assistenza della DL impiegando un automezzo ad alto rendimento che misura automaticamente e ad una velocità sostenuta, **almeno dopo 30 giorni dall'applicazione dei prodotti segnaletici,** il coefficiente di luminanza retroriflessa dei materiali per la segnaletica orizzontale presenti sulla carreggiata stradale.

Tale mezzo deve impiegare un'apparecchiatura di lettura con geometria stabilita dalla UNI EN 1436 allegato B. I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo non minore di 40 cm, e devono essere restituiti con un valore medio ogni 50 o 100 metri, al fine di determinare i tronchi omogenei specificati nel successivo paragrafo.
Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.
Tronchi omogenei. La serie di dati puntuali (valori di luminanza retroriflessa campionati con il passo di misura scelto così come indicato al paragrafo precedente) vengono elaborati in "TRONCHI OMOGENEI" allo scopo di ridurre la dispersione di tali dati che possono essere imputati ad errori casuali o a piccole disomogeneità dei materiali.
Il tronco omogeneo si può anche calcolare con misure di tipo puntuale, purché sufficientemente numerose. Per tronco di misura omogenea (tratto in condizioni simili) si intende un tratto di segnaletica per il quale ha senso definire un valore medio ed una varianza della misura considerata (valori dell'indicatore ripartiti secondo una distribuzione "normale") e per il quale la differenza con le medie del tronco precedente e successivo risulta significativa. I tronchi omogenei saranno individuati da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di retroriflessione. Tale valore medio sarà utilizzato per verificare i requisiti prestazionali del fattore di luminanza retroriflessa RL e per l'accettazione o meno dei lavori.
Figura 2 – Diagramma individuazione "tronchi omogenei"

Con i valori rilevati per i tronchi omogenei o a partire dai dati puntuali, si calcolerà **l'Indicatore di Qualità della Segnaletica I_{SEGN}** secondo la formula riportata nella Tabella 53 dell'indicatore I_{SEGN} : il valore di I_{SEGN} varia tra 100 e 0, sulla base della presenza più o meno elevata di tratti con valori di retroriflessione anch'essa più o meno elevata, ma mai inferiore al limite richiesto; il valore di ISEGN da ritrovare sulla tratta in esame è quello del livello richiesto in contratto (rilevamenti una tantum o contratto a forfait).
Tabella 53: Indicatore di qualità della segnaletica I_{SEGN}

1. INDICATORE	I_{SEGN}
1.1 Nome dell'indicatore	Indicatore di Qualità per la visibilità della Segnaletica orizzontale
1.2 Criterio di valutazione	I_{SEGN} = (A% + 3/4B%+1/2C%)
	In cui A,B,C, sono la lunghezza % dei tratti con i valori di R_L di quei livelli
1.3 Unità dell'indicatore	valore da 0 a 100
1.4 Rete considerata	Rete Provincia di Savona
1.5 Livelli di qualità dei tratti sotto contratto: I	:I : 80 ≤ I_{SEGN} ≤ 100 MOLTO BUONO
	: II : 60 ≤ I_{SEGN} < 80 BUONO
	: III : 40 ≤ I_{SEGN} < 60 SUFFICIENTE
	: IV V : 0 ≤ I_{SEGN} < 40 INSUFFICIENTE
1.6 Utilizzazione	Manutenzione Ordinaria
1.7 Categoria dell'indicatore	SICUREZZA - COMFORT
2. PARAMETRO DI RIFERIMENTO	Luminanza retroriflessa RL

2.1 Apparecchio o sistema di misura	Apparecchiatura per la misura di RL ad alto rendimento: (angolo illuminazione 1,24°; angolo di osservazione 2,29°, simulante visione a 30 m)
2.2 Tipo di misura	:ALTO RENDIMENTO
2.3 Unità di misura	: mcd . lx^{-1} . m^{-2}
2.4 Frequenza di campionamento	: 50 . m (con una frequenza di 50 m e con misure puntuali si possono ottenere tratte omogenee anche con l'apparecchio manuale
2.5 Opera, sezione o tratto a cui si riferisce	: Tratti omogenei, tratti da misure continue
2.6 Classifica delle misure	: A : 160 ≤ R_L MOLTO BUONO
	: B : 140 ≤ R_L < 160 BUONO
	: C : 100 ≤ R_L < 140 SUFFICIENTE
	: D : 0 ≤ R_L < 100 INSUFFICIENTE
2.7 Periodicità di misura	CASUALE almeno 1 volta nel primo anno e 1 volta negli anni successivi o dopo la stesa ed entro 3 mesi dalla stessa
3. NOTE E COMMENTI	Collegare alle misure di SCRIM o ERMES aderenza superficiale

Aderenza. Coefficiente di aderenza trasversale (CAT). Il valore di aderenza potrà essere misurato con l'Apparecchiatura SCRIM o ERMES e il valore di CAT misurato sulla segnaletica dovrà essere analogo a quello misurato sulla pavimentazione adiacente.

Criteri di accettazione della segnaletica orizzontale nuova. Le verifiche, nel caso si debba garantire una precisa fascia di valori di I_{SEGN} (Indicatore di qualità per la visibilità della segnaletica orizzontale), saranno eseguite durante l'intero periodo contrattuale e costituiranno elemento di valutazione circa la corretta gestione ed esecuzione dell'attività da parte dell'Appaltatore.
La fascia di I_{SEGN} da rispettare sarà:

- Tra 80 e 100 nel caso di autostrade e strade di tipo A
- Tra 60 e 80 nel caso strade di tipo B
- Maggiore di 50 nel caso di altre strade.

All'atto della verifica, i valori riscontrati devono in ogni caso risultare superiori alle SOGLIE DI ACCETTABILITA' anche in condizioni di piano viabile liscio e indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernali del piano viabile. La Direzione Lavori effettuerà, in contraddittorio con l'Impresa, un numero minimo di controlli ad alto rendimento o puntuali, per ogni anno, per la verifica di ognuno dei requisiti previsti dal presente Capitolato. I controlli e le misurazioni degli standard qualitativi previsti, **da eseguirsi in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore** e comunque in conformità a quanto stabilito dalla Norma Tecnica UNI EN 1436, saranno eseguiti direttamente dalla DL che potrà avvalersi del CSS ANAS SpA oppure di altro Laboratorio ufficiale autorizzato. In caso di mancato rispetto dei valori richiesti, l'Appaltatore è tenuto, a sua cura e spesa, al rifacimento della segnaletica orizzontale nei tratti interessati al seguito di comunicazione da parte della DL

Criteri di accettazione della segnaletica orizzontale esistente. Per i lavori di manutenzione della segnaletica orizzontale, per tutto il periodo contrattuale, la segnaletica dovrà mantenere livelli prestabiliti in termini di retro riflessione, visibilità diurna, fattore di luminanza, colore e scivolosità (SRT) da ottenere con il primo ripasso e da mantenere con ripassi successivi; il tutto verificato con misure puntuali e/o ad alto rendimento, descritte negli articoli che seguono. I lavori potranno anche essere richiesti per periodi minori o una tantum, ma le verifiche saranno comunque prestazionali con gli stessi strumenti e parametri dell'affidamento. Le verifiche, nel caso si debba garantire una precisa fascia di valori di I_{SEGN} (Indicatore di qualità per la visibilità della segnaletica orizzontale), saranno eseguite durante l'intero periodo contrattuale e costituiranno elemento di valutazione circa la corretta gestione ed esecuzione dell'attività da parte dell'Appaltatore.
La fascia di I SEGN da rispettare sarà:

- Tra 80 e 100 nel caso di autostrade e strade di tipo A
- Tra 60 e 80 nel caso strade di tipo B
- Maggiore di 50 nel caso di altre strade.

All'atto della verifica, i valori riscontrati devono in ogni caso risultare superiori alle SOGLIE DI ACCETTABILITA' anche in condizioni di piano viabile liscio e indipendentemente dall'eventuale usura causata dalle operazioni di manutenzione invernali del piano viabile. **La Direzione Lavori effettuerà, in contraddittorio con l'Impresa,** un numero minimo di controlli ad alto rendimento o puntuali, per ogni anno, per la verifica di ognuno dei requisiti previsti dal presente Capitolato. I controlli e le misurazioni degli standard qualitativi previsti, da eseguirsi in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, e comunque in conformità a quanto stabilito dalla Norma Tecnica UNI EN 1436, saranno eseguiti direttamente dalla DL che potrà avvalersi del CSS ANAS SpA oppure di altro Laboratorio ufficiale autorizzato. I controlli con metodologia ad alto rendimento saranno eseguiti con frequenza minima di almeno una volta l'anno distribuiti nell'arco di tempo corrispondente alla vita utile del prodotto applicato e riferiti ai gruppi omogenei individuati. In caso di mancato rispetto dei valori richiesti, l'Appaltatore è tenuto, a sua cura e spesa, al rifacimento della segnaletica orizzontale nei tratti interessati al seguito di comunicazione da parte della DL

14.10.7 - VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE PRESCRIZIONALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

Le prove successivamente elencate e sommariamente descritte (non esaustive), sono le analisi normalmente eseguite in laboratorio per la caratterizzazione fisica, chimica e tecnologica, dei prodotti più utilizzati nell'ambito della segnaletica stradale orizzontale: le pitture spartitraffico a solvente e le pitture realizzate con i prodotti plastici, termoplastici e plastici a freddo. La quantità di materiale necessario per eseguire la maggior parte delle prove richieste, in funzione della tipologia di prodotto segnaletico, è elencato nella seguente tabella:
Tabella 54 : S.O. -Quantità minime di campioni* richieste per lo svolgimento delle prove

PRODOTTO	QUANTITA' CAMPIONI	UNITA' DI MISURA
Pittura (per ogni colore)	5	Litri
Materiali termoplastici (per ogni colore)	8	Chilogrammi
Materiali plastici a freddo (totale di tutti i componenti nelle corrette proporzioni)	5	Chilogrammi
Inserti stradali catarifrangenti (per ogni colore) (Vedi nota 2)	3	Unità
Materiale preformato per segnaletica orizzontale (per ogni colore) - (Vedi nota 2)	0,75	Metri quadrati
Microsfere di vetro da premiscelare e da postspruzzare	1,5	Chilogrammi
Nota 1	In caso di programma di prove ridotti o qualora la presente norma sia utilizzata per altre prove	

	non definite al suo interno, è possibile utilizzare quantità di campione diverse.
Nota 2	Qualora risulti necessario prelevare un campione di adesivo per effettuare le prove sugli inserti stradali catarifrangenti e materiale preformato per segnaletica orizzontale, si raccomanda di utilizzare la quantità minima di 1 kg di campione.

* Prospetto 2 della norma UNI EN13549 "Materiali per segnaletica orizzontale – Campionamento da prodotti immagazzinati e prove". Le modalità di campionamento sono indicate dalla norma.

14.10.8 - PROVE SULLE PITTURE A SOLVENTE

Massa volumica (densità) - ASTM D 1475 - Massa per unità di volume della pittura determinata ad una specifica temperatura T. Viene designata in grammi per millilitro (g/ml) e rappresenta il rapporto tra la massa della sostanza fluida, alla temperatura T, e la massa di un eguale volume d'acqua a 4° C. Il metodo utilizzato consente di determinare con notevole accuratezza la densità di un fluido viscoso, con presenza o meno di sfere di vetro premiscelate, e con componenti altamente volatili. La temperatura di prova suggerita dal metodo è di 25 ° ± 0.1° C.

Residuo non volatile (materie non volatili) - ASTM D 1644 - Metodo A - Massa residua, definita anche residuo secco, ottenuta dopo che la pittura è stata riscaldata ad una temperatura e ad un tempo determinato. La prova consente di individuare la frazione di una pittura che è stabile all'azione della temperatura indicata dal metodo, 105 ° C per 3 ore, mentre i solventi volatili sono allontanati dalla massa. I componenti volatili non restano nella pellicola della pittura durante la formazione del film nella fase d'essiccamento, poiché la loro funzione è di mantenere separati, in condizioni di stabilità prima dell'applicazione, i leganti, i pigmenti, i riempitivi e le microsfere di vetro (residuo non volatile).

Contenuto di pigmento e riempitivi (Contenuto di pigmento nella pittura) - *Federal Test Method Std. No. 141a - Method 4021.1* - La prova consiste nell'estrarre dalla pittura il pigmento e i riempitivi con l'ausilio di una miscela di solventi, composta da etere etilico, benzene, alcool metilico e acetone, che solubilizzano la fase legante della stessa. La separazione della parte organica (veicolo e solventi) della pittura consente di avere un precipitato di pigmento, riempitivi (cariche) e microsfere di vetro. Una volta determinato il contenuto delle sole microsfere di vetro per differenza si ricava il contenuto di pigmento e di riempitivi.

Potere coprente – Metodo di riferimento UNI ISO 3905 – Il metodo è definito per pitture chiare a resa stabilita. Nel caso delle pitture spartitraffico utilizzate dalla Provincia di Savona, la resa media è di 1.35 m /kg (la resa deve essere compresa tra 1.2 e 1.5 m /kg). Su dei supporti cartacei con superficie liscia e impermeabile, con la metà dell'area colorata bianca e l'altra metà nera, facilmente bagnabile dalle pitture a solvente, si stende un film di pittura aumentando progressivamente lo spessore in ogni cartoncino fino ad avere l'apparente copertura delle sottostanti aree colorate. Il principio del metodo è basato sul presupposto che per pitture pigmentate bianche, il rapporto di contrasto (opacità) sia una funzione lineare della resa superficiale. Di conseguenza, se si rappresentano in un grafico i rapporti di contrasto e le rese superficiali determinate sperimentalmente, si può determinare per interpolazione lineare la resa superficiale ricercata. Il potere coprente di una pittura è definito come la resa superficiale in corrispondenza di un rapporto di contrasto del 98%. Il rapporto di contrasto è determinato con l'ausilio di uno spettrofotometro, in condizioni d'illuminazione normalizzata (illuminante D65 corrispondente ad una temperatura di 6504 K). Con tale strumento si rileva la funzione colorimetrica Y che, com'è noto, è direttamente proporzionale al fattore di luminanza e pertanto misura la chiarezza di una superficie. Il rilievo della funzione colorimetrica è eseguito più volte sia sulla parte della pittura coprente l'area nera del cartoncino, sia sulla parte bianca. Per ogni provino si calcola il rapporto di contrasto, espresso in percentuale, tra il valore medio di Yn rilevato sul film che copre l'area nera del supporto e il valore di Yb rilevato sulla parte bianca. Il potere coprente di una pittura corrispondente al rapporto di contrasto del 98%, non rappresenta visivamente una completa copertura del supporto. Un film è definito opaco quando il valore di Y è lo stesso sia sulla parte nera, sia sulla parte bianca, e non aumenta se si aumenta lo spessore della pittura. Per ogni provino predisposto per valutare il potere coprente si calcola la massa della pellicola per unità di superficie, lo spessore umido e la resa superficiale: per l'elaborazione di questi dati è necessario conoscere la densità e il residuo non volatile della pittura.

Contenuto di biossido di titanio (TiO_2) - Metodo dell'acqua ossigenata (determinazione colorimetrica) - Dal

precipitato di pigmento, riempitivi e microsfere di vetro, si preleva una determinata quantità e si macina finemente; successivamente si sottopone ad un processo di solubilizzazione con l'ausilio di una soluzione di solfato d'ammonio e acido solforico. La soluzione ottenuta (di colore giallo pallido), una volta filtrata e ossidata con l'aggiunta d'acqua ossigenata, è analizzata con uno spettro - colorimetro (λ = 410 nm). Con l'ausilio di un diagramma, si risale alla concentrazione del biossido di titanio presente nella soluzione e, successivamente, alla percentuale in peso sull'insieme del precipitato. Il diagramma di confronto rappresenta la curva di taratura costruita utilizzando delle soluzioni in cui la concentrazione di biossido di titanio è nota.

Consistenza - *Metodo ASTM D 562 (Procedura A)* - La prova consente di determinare in unità convenzionali la consistenza di una pittura. Il metodo definisce il termine consistenza come il peso in grammi necessario a produrre in un determinato tempo (30'') una specifica velocità di taglio (misura della coppia torcente), ad una data temperatura (25 °C) con l'apparecchiatura Krebs-Stormer (tale apparecchiatura viene pretarata con un olio a viscosità nota, tra i 10 e i 15 poise). Il risultato della prova è espresso in unità Krebs (UK). La prova consiste, attraverso ripetuti tentativi, nell'individuare il peso in grammi che, nel tempo prescritto, riesce a fare compiere al rotore immerso nel prodotto verniciante 100 giri. Il valore può essere ricavato interpolando la curva ottenuta dai risultati di prova. Il valore individuato è associato alle unità Krebs rilevate in un'apposita tabella.

(**Nota tecnica.** Il metodo è stato ideato negli USA in occasione di uno studio relativo alla consistenza delle pitture utilizzate per le pareti interne degli edifici. La procedura è rilevabile nella norma ASTM D562-55. Per consistenza s'intende la resistenza allo scorrimento della pittura dovuta alla sua viscosità. Si è rilevato che si ha un'alta consistenza quando le pitture si collocano sopra le 100 Unità Krebs, la consistenza è media al di sotto le 100 UK. Le unità prescritte dal capitolato per le pitture spartitraffico sono comprese nell'intervallo 70 – 90 UK. Un'altra unità di misura utilizzata è quella determinata in base al tempo, in secondi, impiegato dalla pittura a defluire da un particolare recipiente attraverso un foro calibrato a sezione quadrata (viscosità in secondi Ford a 20 °C). La viscosità η, com'è noto, è misurata in Pascal-secondo o in milliPascal-secondo. Quest'ultima unità corrisponde ad un centiPoise (cP) che è un'altra unità di misura tipica della viscosità).

Tempo d'essiccamento - Metodo ASTM D 711 - La prova determina in ambiente condizionato (25 °C e 50-60 % W) il tempo d'essiccamento di un film di pittura dello spessore di 380 µm, steso su un supporto di vetro che è successivamente appoggiato su un piano inclinato di circa 10°. Sul film è fatto scorrere, ad intervalli regolari, un cilindro d'acciaio dotato d'anelli di gomma sintetica aventi caratteristiche meccaniche determinate. Il tempo d'essiccamento è dato dal tempo intercorso tra il tempo finale (t^f), in cui la pittura non aderisce più agli anelli di gomma, e il tempo iniziale (ti) di stesa del film.

Resistenza agli agenti chimici (carburanti, lubrificanti, cloruro di calcio e di sodio - Metodo sperimentale - Sono predisposti 6 provini di pittura dello spessore di 250 µm in un analogo numero di supporti metallici, e dopo averli condizionati a temperatura ambiente (23 ± 2 °C e 50 ± 5% W) per 7 giorni sono immersi nei liquidi di prova ad una determinata temperatura e per un tempo non superiore a 60'. Dopo un ulteriore periodo di stagionatura si osserva lo stato di conservazione della superficie della pittura in ogni singolo elemento. La prova s'intende superata se non sono rilevati sulla superficie distacchi, fessurazioni, bolle, sfarinamenti e perdita di microsfere di vetro; inoltre, dopo l'attacco degli aggressivi chimici, non dovranno modificarsi le caratteristiche fotometriche e colorimetriche iniziali dei provini.

Resistenza all'abrasione – Metodo UNI 10559 – La prova consente di valutare la perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita, alle quali si aggiungono dei pesi supplementari di 500 o 1000 g. Per eseguire la prova si utilizza l'apparecchio Taber Model 503 Abraser. La pittura è stesa con uno spessore umido di 250 micron su tre supporti d'acciaio aventi forma quadrata e i bordi smussati. Dopo un condizionamento per 24 ore, i campioni sono sottoposti alla prova d'abrasione utilizzando le mole CS-10 caricate di un peso di 500g, per 500 o 1000 giri (secondo la norma, lo spessore del prodotto, il tipo di mola, il peso e il numero di giri deve essere preventivamente concordato con il committente). Al termine della prova non si deve avere scoprimento del metallo in un solo punto dei supporti.

Un'altra prova per determinare il grado d'abrasione del film di pittura, è quella descritta nel metodo ASTM D 968, denominato metodo a caduta di sabbia. In questa prova, la resistenza all'abrasione del film di pittura è determinata dalla quantità d'abrasivo richiesto (sabbia silicea naturale, passante al setaccio ASTM n. 20 (850 micron) e trattenuta al setaccio ASTM n. 30 (600 micron) per esporre un'area di 3.9 mm di diametro del pannello metallico liscio, inclinato a 45°, su cui è steso un film dello spessore di 250 micron. La sabbia cade da una data altezza

attraverso un tubo guida il cui bordo inferiore dista dal provino esposto 25.4 mm. La velocità d'efflusso deve essere di 2 litri di sabbia in 21÷ 23.5 secondi. Il risultato di prova è il coefficiente d'abrasione, dato dal rapporto V/T, dove V è il volume di sabbia utilizzato per abradere l'area di pittura prescritta e T (thickness) è lo spessore del film in mm.

Resistenza all'azione dei raggi UV – ex Norma UNI 9397/89 – La norma citata è stata ritirata e non è stata sostituita. La prova è applicata dal CRC in quanto utile per mettere in evidenza eventuali difetti del film di pittura. La prova consiste nell'esporre all'azione della luce emessa da una lampada allo xeno, che approssima lo spettro d'emissione della radiazione solare normalizzata D65, tre provini di pittura dello spessore umido di 380 micron. Un quarto provino è conservato come campione di riferimento. Dopo aver stagionato i provini, questi sono inseriti in uno speciale apparecchio per prove solari (la lampada è posta sul fuoco di un riflettore a parabola) e sottoposti per 48 ore consecutive all'azione della luce solare. Se richiesto, l'esposizione può essere prolungata per una durata determinata in multipli di 24 ore. Per i materiali sottoposti a normali condizioni di luce solare diretta, si usa un filtro che consente la simulazione di tali condizioni: il filtro intercetta tutte le radiazioni di lunghezza d'onda inferiore e permette l'emissione spettrale con inizio dalle radiazioni da 300 nm. Un sistema di specchi atti a riflettere la luce ultravioletta e visibile, è collocato nella parte superiore della lampada. A tale sistema, che consente il passaggio verso l'esterno degli infrarossi, è aggiunto un dispositivo di ventilazione che consente di mantenere costante la temperatura di prova tra i 45° e i 60°C. Sui provini sottoposti a prova si determina visivamente la presenza di screpolature, sfarinamenti, variazioni di colore e perdita di brillantezza. La valutazione visiva è accompagnata dalla determinazione strumentale del fattore di luminanza e delle coordinate cromatiche, prima e dopo la prova.

Determinazione del contenuto di microsfere di vetro rifrangenti - Metodo AM-P.01/14 - Dopo aver ben omogeneizzato il prodotto, le microsfere di vetro sono separate dalla pittura con l'ausilio di una soluzione solvente (Etil Acetato, Xilene, Benzolo, Acetone) e tramite agitazione con una bacchetta di vetro. Il pigmento, più leggero delle microsfere di vetro, resta in sospensione ed è asportato mediante aspirazione. Si ripete l'operazione fino alla completa eliminazione delle tracce di pigmento dalle microsfere di vetro utilizzando, nella fase conclusiva dell'operazione, dell'acido cloridrico diluito. Per il lavaggio finale si usa acqua distillata. Il contenuto di microsfere di vetro è espresso come media percentuale sulla pittura dei valori ottenuti da due determinazioni.

Granulometria delle microsfere di vetro rifrangenti - *Metodo ASTM D 1214 - (metodo meccanico)* - Dalle microsfere di vetro separate, di cui al punto m, si ricavano 2 campioni rappresentativi di 50 g ciascuno per essere avviati alla selezione granulometrica previo trattamento termico (105-110 °C) per eliminare eventuali tracce d'acqua residua. La prova consiste nel far attraversare alle microsfere di vetro, con l'ausilio di un agitatore meccanico, una serie di setacci disposti con le luci nette delle reti aventi valore decrescente verso il basso. Il sistema comprende un coperchio ed un fondo per la raccolta delle microsfere di vetro le cui dimensioni sono inferiori a 0.063 mm. Il risultato finale dell'analisi è espresso come media percentuale tra i due campioni delle microsfere di vetro passanti in ciascun setaccio.

Sfericità delle microsfere di vetro - Metodo ASTM D 1155 - (Procedura A) - Una selezione di microsfere di vetro, rappresentative del campione di pittura, è suddivisa in 2 gruppi con l'ausilio del setaccio n.50 (300 µm). Successivamente ciascun gruppo è fatto cadere da 13 mm d'altezza, su un pannello di vetro inclinato rispetto all'orizzontale e di un angolo che è in funzione del diametro medio delle microsfere di vetro. Il pannello è sottoposto a vibrazione la cui frequenza fissa è di 60 impulsi al secondo. Le microsfere di vetro perfettamente sferiche si depositeranno, seguendo l'inclinazione del pannello, in un contenitore posto in corrispondenza del bordo inferiore. Durante la vibrazione, le microsfere di vetro ovalizzate e le particelle di vetro di forma irregolare seguiranno il percorso opposto e si depositeranno in un recipiente sistemato in corrispondenza del limite superiore del pannello. Una volta separate, le microsfere di vetro sferiche saranno espresse in percentuale in peso rispetto alla selezione iniziale comprensiva di microsfere di vetro di forma regolare e irregolare.

Questa prova dovrà essere integrata dalla procedura prevista nella norma EN 1423 relativa al metodo di determinazione delle imperfezioni delle microsfere di vetro. Le imperfezioni contemplate sono le seguenti:

- microsfere ovalizzate;
- microsfere a goccia;
- microsfere fuse tra loro;
- microsfere con satelliti;
- microsfere opache;
- microsfere lattigginose;
- microsfere con inclusioni gassose;
- particelle di vetro con spigoli vivi;
- particelle di materiale diverso dal vetro.

Attualmente la forma delle microsfere di vetro è determinata con sistemi più moderni. A tal fine si utilizza il microscopio associato ad una telecamera per il rilievo delle immagini delle sfere di vetro che sono successivamente

elaborate da un computer con l'ausilio di un software predisposto per il calcolo automatico del numero di microsfere di vetro presenti nel campo di misura, delle loro dimensioni, della loro forma, del loro perimetro, ecc.. Il programma consente, infine, l'elaborazione statistica dei risultati e l'archiviazione delle immagini. Il metodo per la determinazione della qualità delle sfere di vetro è descritto nell'appendice D della norma EN 1423.

Indice di rifrazione delle microsfere di vetro - Metodo UNI 9324 - (Metodo dell'immersione) - L'indice di rifrazione " **n** " è determinato con un microscopio a luce trasmessa e una serie di liquidi a bassa volatilità e indice di rifrazione conosciuto (Benzilacetato, Difelinetene, Metilene Ioduro, ecc.). Una piccola quantità di sfere di vetro, rappresentativa del campione di pittura, è immersa, in condizioni ambientali definite dal punto di vista temoigrometrico, in un liquido con " **n** " noto. Con il microscopio a luce trasmessa si osserva la presenza della linea di Becke, una frangia luminosa che si sposta verso il centro della perlina immersa, allontanando l'oggetto dal fuoco dell'obiettivo, se l'indice di rifrazione è maggiore nelle microsfere di vetro rispetto a quello del liquido di riferimento, ovvero se la linea luminosa si sposta verso il liquido, l'indice " **n** " è superiore nel liquido di riferimento rispetto a quello del vetro delle microsfere di vetro. Nel caso in cui la linea non compare, i due mezzi hanno lo stesso indice di rifrazione. Il metodo è così sensibile che è sufficiente una differenza di pochi millesimi, tra i due indici delle sostanze analizzate, perché compaia la linea di Becke. La norma En 1423/97, relativa alle microsfere di vetro, per la determinazione dell'indice di rifrazione adotta il metodo di "Schroder Van der Kolk" applicabile ai prodotti monorifrangenti come le sfere di vetro. Le differenze dell'indice di rifrazione sono già percepibili con l'illuminazione assiale degli oggetti, esse aumentano notevolmente con l'illuminazione obliqua, poiché le frange luminose o le strisce scure sono molto più accentuate su un lato della sfera di vetro rispetto all'altro. La posizione della striscia illuminata e di quella scura, dipende dalla direzione del raggio incidente e dalla differenza d'indice di rifrazione tra il vetro della perlina e il liquido d'indice noto in cui è immersa. L'illuminazione è ottenuta con l'ausilio di un cartoncino nero rigido che consente di produrre un'illuminazione obliqua nella parte visibile del campo, nascondendo metà del campo dell'oculare.

Resistenza delle microsfere di vetro agli aggressivi chimici (Stabilità chimica delle microsfere di vetro) - UNI EN 1423 - Una selezione rappresentativa di microsfere di vetro è sottoposta all'aggressione del cloruro di calcio e di sodio in soluzione normale (3 ore), dell'acido solforico diluito al 20% (1 ora) e dell'acido cloridrico in soluzione normale (1 ora). Trascorsi i relativi tempi d'aggressione, si separano le microsfere di vetro per filtrazione e sono accuratamente lavate con acqua distillata e asciugate. Successivamente sono sottoposte a controllo comparativo, con le microsfere di vetro originarie non sottoposte al trattamento d'aggressione, con l'ausilio di un microscopio. Al termine della prova le microsfere di vetro devono mantenere inalterate le loro caratteristiche originarie: forme regolari, colore costante, trasparenza e potere riflettente.

La norma EN 1423 prescrive la resistenza all'acqua, all'acido cloridrico diluito, al cloruro di cal- cio e al solfuro di sodio in soluzione.

Spessore della pittura (Provini da predisporre in situ) - *Metodo sperimentale* - Durante la stesa in cantiere si disporranno, in corrispondenza dell'apparecchiatura erogatrice, 3 supporti metalli- ci, preventivamente pesati, delle dimensioni di cm 50x30x0.05, che saranno ricoperti da altret- tante strisce di pittura. Al termine della deposizione i lamierini saranno pesati (peso lordo umi- do) e lasciati asciugare nelle condizioni ambientali di stesa. Dopo l'essiccazione della pittura, i supporti sono nuovamente pesati (peso lordo secco) e se ne rileva lo spessore medio in micron con un misuratore di riporti elettronico. Infine, conoscendo la massa media di pittura deposta, la superficie media coperta in cm^2 e lo spessore medio della pittura, si può risalire alla resa del prodotto verniciante in situ (m /kg). In modo analogo si possono prelevare campioni di prodotti plastici a freddo o di termoplastici.

15 - RINFORZO STRUTTURALE

15.1 PLACCAGGI ESTRADOSSALI CON MATERIALI FIBRORINFORZATI (FRP)

Generalità

Nel caso di interventi su strutture o parti di esse in condizioni di degrado statico, si potranno impiegare elementi in materiale composito **FRP** (Fiber Reinforced Polymer).
I materiali fibrorinforzati (FRP) a fibre continue sono materiali compositi costituiti da fibre di rinforzo immerse in una matrice polimerica. Questi sono disponibili in diverse geometrie quali le lamine pultruse, utilizzate per il rinforzo di elementi dotati di superfici regolari, ed i tessuti (uniassiali o multiassiali) che si adattano ad applicazioni su elementi strutturali con forme geometriche più complesse. I tessuti vengono applicati sull'elemento da rinforzare mediante resine che svolgono la funzione sia di elemento impregnante che di adesivo al substrato interessato.
Gli interventi di rinforzo consistono nell'applicazione di lamine, tessuti, reti e barre di FRP sugli elementi strutturali della costruzione, per adesione o mediante dispositivi meccanici di ancoraggio sulle superfici esterne o in alloggiamenti e scanalature realizzate all'interno del paramento.

Alcune casistiche di intervento possono essere:

- la riparazione di strutture danneggiate a causa di terremoti, incendi, ponti, ecc.;
- il reintegro di armature corrose nei calcestruzzi ammalorati da condizioni ambientali aggressive, ambienti industriali, opere a mare, ecc.;
- l'aumento della resistenza degli elementi strutturali a causa, ad esempio, di cambio destinazione d'uso, adeguamento normativo, ecc.;
- il ripristino e adeguamento statico di travi e solai sottodimensionati a flessione;
- il restauro di strutture bidimensionali come piastre, lastre, voltine e serbatoi ad elevato raggio di curvatura; • il rinforzo di solette di viadotti a seguito dell'incremento di carichi statici e/o dinamici;
- il rinforzo di rampe carrabili in edifici civili ed industriali; • il rinforzo di strutture sottoposte a vibrazioni;
- l'adeguamento di strutture a volta.

Gli elementi consolidanti possono essere composti da fibre aramidiche, fibre di vetro (GFRP) o fibre di carbonio (CFRP), combinati in genere con adesivi strutturali polimerici e disposti in funzione del quadro fessurativo rilevato. I tessuti per il rinforzo strutturale sono commercialmente distribuiti allo stato secco ed in rotoli, da utilizzare per l'impregnazione in cantiere con apposite resine. Possono essere unidirezionali, con le fibre tutte orientate nella direzione della lunghezza e tenute insieme da un trama leggera di tipo non strutturale; biassiali, costituiti da una tessitura trama-ordito ortogonale di solito bilanciata (stessa percentuale di fibre nelle due direzioni); multiassiali, con fibre orientate in diverse direzioni del piano.

L'uso di tale tecnologia e materiali è normalmente utilizzata per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza al taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della resistenza a flessione di travi e pilastri mediante applicazione di fa-

sce con le fibre disposte secondo la direzione delle barre longitudinali ed opportunamente ancorate;
- aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- cerchiature esterne di pilastri o colonne in muratura, purché i tratti rettilinei della cerchiatura non siano troppo estesi;
- iniezioni armate nelle strutture murarie;
- rinforzi delle strutture voltate, purché si evitino meccanismi

di spinta a vuoto; • irrigidimento dei solai lignei mediante placcaggio incrociato.

La Normativa vigente prevede la possibilità di utilizzare, per gli interventi sulle strutture esistenti, anche materiali non tradizionali purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità tra i quali vengono esplicitamente citate le Istruzioni ed i Documenti Tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche. (es. CNR-DT200 "Istruzioni per la Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati").
Il rinforzo tramite FRP è contemplato dal vigente quadro tecnico-normativo italiano attraverso le seguenti più recenti norme e linee guida di riferimento:

- Norme Tecniche delle Costruzioni 2008;
- Linee Guida approvate con decreto del Presidente del C.S.LL.PP. n. 220 del 09 luglio 2015; • CNR DT 200 (revisionata R1/2013) per le strutture in c.a., c.a.p. e muratura;
- Circolare esplicativa Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 02/02/2009;
- Linee Guida C.S.LL.PP. del 24 luglio 2009 (per le caratteristiche tecniche di materiali impiegati, filati, tessuti, matrici).

I sistemi di FRP idonei per il rinforzo esterno di strutture possono essere classificati in due categorie principali:

Sistemi preformati

Sono costituiti da componenti di varia forma preparati in stabilimento mediante pultrusione o laminazione e successivamente incollati in cantiere alla membratura da rinforzare con collanti forniti dallo stesso Produttore. Le caratteristiche tecniche dei sistemi di rinforzo preformati e dei competenti metodi di prova fanno riferimento alle UNI-EN 13706-1-2-3. I compositi preformati sono utilizzabili sia per il rinforzo esterno (incollati all'elemento strutturale da rinforzare) o come elementi interni di rinforzo (barre per strutture di calcestruzzo armato) in totale o parziale sostituzione delle armature tradizionali in acciaio o barre per il rinforzo superficiale (ad esempio barre installate in prossimità della superficie).

Sistemi impregnati in situ

Sono costituiti da fogli di fibre unidirezionali o multidirezionali o da tessuti che sono impregnati con una resina, la quale funge anche da adesivo con il substrato interessato (es. calcestruzzo, muratura).

Le *fibre* dovranno essere conformi alle prescrizioni delle seguenti norme: ISO 13002 (fibre

di carbonio), UNI 8746 e UNI 9409 (fibre di vetro), UNI EN 13003-1-2-3 (fibre di arammide).

Le *resine* utilizzate per solidarizzare i sistemi di rinforzo realizzati in situ alla struttura da consolidare dovranno essere conformi alla norma UNI EN 1504-4.

Per la determinazione del modulo elastico e della resistenza a trazione dei rinforzi FRP realizzati in situ si farà riferimento al metodo indicato nella norma UNI EN 2561.

I materiali compositi utilizzati per le applicazioni di rinforzo strutturale descritte nel presente documento dovranno essere:

- identificabili per poter risalire univocamente al produttore;
- qualificati e controllati secondo le procedure di controllo definite dalle Linee Guida 2015;
- accettati dal Direttore dei Lavori dopo verifica della documentazione e prove di accettazione.

La scheda tecnica di un prodotto dovrà indicare obbligatoriamente:

- resistenza e reazione al fuoco del prodotto;
- temperatura di transizione vetrosa;
- comportamento del prodotto nei confronti della temperatura, specificando l'intervallo all'interno del quale sono garantite le sue caratteristiche prestazionali;
- condizioni di impiego.

A motivo della diversa composizione e qualità di produzione degli elementi fibrosi, i valori di resistenza media possono oscillare tra valori minimi e massimi anche molto accentuati. Così come i valori dei moduli elastici, in proporzione, ad esempio, alla temperatura di produzione, alla variazione nella percentuale delle materie prime, alla composizione degli appretti protettivi, ecc. Si raccomanda quindi, la puntuale consultazione del progetto strutturale per ciascuna applicazione e/o tipologia.

15.2 LE FIBRE DI CARBONIO

Il sistema di rinforzo strutturale **CFRP** (Carbon fiber-reinforced plastics) prevede generalmente l'utilizzo di fibre di carbonio annegate in una matrice costituita da resina epossidica conforme alla norma UNI EN 1504-
4. Il sistema, applicato sulla superficie opportunamente pulita e trattata con un primer per migliorarne l'adesione, deve risultare efficace e adatto alle differenti geometrie degli elementi strutturali. Il sistema a barre invece non prevede l'impiego delle resine sopra descritte.

Le tipologie di rinforzo CFRP usualmente utilizzate possono identificarsi nei seguenti sistemi:

- il **Sistema a Barre** costituito da barre pultruse di carbonio per la riparazione di elementi in calcestruzzo, legno e muratura. Le fibre scelte devono essere in carbonio ad alta resistenza ed in carbonio ad alto

  modulo elastico. Il sistema così composto può essere abbinato ai ripristini strutturali con l'uso di malte o resine dedicate.
- il **Sistema a Lamine** costituito da piattine di carbonio e da resina in pasta epossidica. Il sistema è tarato per la messa in opera rapida del rinforzo. Le resine devono essere particolarmente indicate per interventi di rasatura e di incollaggio e dotate di buona lavorabilità, riducendo al minimo la tempistica necessaria al rinforzo.
- il **Sistema a Fibre** costituito da tessuti e da una resina impregnante di tipo epossidico, dotata di una adeguata viscosità per permettere la corretta impregnazione dei tessuti.

Affinché l'adesione al supporto possa essere perfetta, deve essere eseguita una corretta preparazione del supporto stesso. Questo sistema deve ottimizzare al massimo il quantitativo di fibra presente sulla struttura e risultare versatile per realizzare rinforzi in più direzioni. Alcuni sistemi a fibre possono essere applicabili con resine epossidiche o con malte cementizie. Per propria natura i prodotti FRP sono anisotropi e tendenzialmente elastici lineari in trazione fino a rottura. Contrariamente all'acciaio non sono duttili, né plastici. Nella loro applicazione quindi non devono essere sottoposti a compressione; le fibre non devono essere tagliate o forate. Ulteriori caratteristiche da tenere presenti infatti, sono:

1) che non esiste trasferimento tensionale tra una fibra posta in direzione longitudinale ed un'altra posta nella direzione trasversale;
2) tutti i prodotti FRP non possono essere saldati tra loro. Il collegamento tra uno strato e l'altro avviene esclusivamente mediante una resina.

Modalità di applicazione del prodotto in barre

Si presterà particolare attenzione alle seguenti fasi o modalità di applicazione delle barre, indipendentemente dalla natura del materiale su cui si interverrà:

1) Realizzazione dei fori.
Eseguire sulla superficie di intervento una serie di perforazioni di diametro superiore a quello del diametro della barra (nel caso del cls, di circa 1,5 volte). La profondità del foro sarà opportunamente calcolata dal progettista in funzione della tensione a cui è sottoposta la barra e segnalata in progetto.
3) Intasare il foro con idoneo prodotto a base di legante epossidico e primer preventivamente individuato e segnalato dalla Direzione Lavori.
2) Posizionare la barra per tutta la lunghezza richiesta fino a vedere refluire il prodotto di intasamento utilizzato ed eliminare il prodotto in eccesso avendo cura di non variare la posizione della barra. A seconda del grado di difficoltà di intervento, si prescriverà l'utilizzo di morse e/o sostegni per le barre fino ad avvenuto indurimento della resina.

Modalità di applicazione del prodotto in fibre o lamine

L'applicazione tipica di fibre di carbonio costituite da tessuto e resina impregnante può essere sintetizzata nei seguenti punti:

1) Applicazione di fondo ancorante epossidico a rullo o pennello.

Si presterà particolare attenzione alle condizioni del supporto da rinforzare. Nel caso in cui infatti il supporto si presenti degradato, incoerente o non planare, sarà necessario procedere con un intervento di rimozione della parte degradata e una successiva applicazione di malta tipo betoncino con caratteristiche il più possibile compatibili con quelle del supporto. Nel caso in cui siano presenti delle fessure sarà necessario procedere con delle iniezioni consolidanti di resine epossidiche prima di applicare il rinforzo. Nel caso in cui il substrato si presenti in buono stato sarà comunque necessario effettuare un trattamento di idrosabbiatura fino a che l'inerte non venga messo in evidenza e comunque dopo essersi assicurati della adeguata resistenza meccanica superficiale del manufatto.

2) Rasatura su fresco con stucco a spatola; si presterà attenzione a chiudere tutte le porosità ed ottenere una superficie liscia.

3) Applicazione sul rasante fresco delle strisce di tessuto in fibra di carbonio parallelamente alle linee dello sforzo dell'elemento strutturale da rinforzare ovvero delle lamine

in carbonio pultruse, quando queste siano prescritte in alternativa ai tessuti.

4) Saturazione del tessuto applicando a rullo più mani d'impregnante epossidico.
L'impregnazione del tessuto è una fase molto importante ai fini dell'efficacia del rinforzo. La funzione della resina costituente la matrice è quella di trasferire lo sforzo alle fibre, quindi un'incompleta impregnazione determinerà una resistenza del rinforzo inferiore rispetto a quella di progetto. Per prevenire tale risultato può essere auspicabile impregnare più tessuti con grammatura inferiore ed applicare più strati sovrapposti, per raggiungere le condizioni di rinforzo previste dal progetto. Nel caso in cui il rinforzo sia costituito da tessuti bi e quadri-direzionali la fase di impregnazione deve essere effettuata con cura ancora maggiore.

5) Applicazione a spolvero di sabbia silicea di granulometria fino ad 1 mm.
Il supporto così creato sarà costituito per l'eventuale applicazione di una malta a base cemento o a base di calce e cemento, secondo le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

15.3 FORNITURE E CONTROLLI

Tutte le forniture di materiali da utilizzare per l'intervento dovranno riportare nel Documento di trasporto (DdT) l'indicazione del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (CIT) e i materiali dovranno essere marcati secondo il sistema approvato e pubblicato dal Servizio Tecnico Centrale.
Le forniture effettuate da un commerciante intermedio dovranno essere accompagnate da documento di trasporto del commerciante, sul quale dovrà essere riportata esplicita annotazione con indicazione del CIT di qualificazione del prodotto, e da copia dei documenti rilasciati dal Produttore, dichiarati conformi agli originali.

I controlli di accettazione in cantiere sui materiali FRP:
- saranno a cura del Direttore dei lavori;
- saranno campionati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione e riguarderanno tutti i rinforzi FRP oggetto di fornitura;
- saranno di tipo meccanico ed eseguiti sui campioni realizzati in situ con i materiali base oggetto di fornitura;
- le prove meccaniche saranno effettuate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per prove su FRP, in un tempo ritenuto utile dal Direttore dei Lavori ai fini dell'accertamento della qualità e della conformità alle specifiche di progetto dei rinforzi oggetto di fornitura e comunque non oltre 30 giorni.

Ferme restando le responsabilità del Produttore, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, verificherà che tutti i prodotti oggetto della fornitura risultino adeguatamente marchiati e rifiuterà eventualmente le forniture non conformi.
Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore dovrà assicurare la conservazione della documentazione di accompagnamento, unitamente a marcature o etichette di riconoscimento ed a eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico e, ove previsto, tecnico-amministrativo.

ELEMENTI DA RINFORZARE SECONDO NECESSITA' 0010

Rinforzo strutturale con materiali compositi a matrice polimerica (FRP), per riparazione e/o integrazione della sezione resistente a flessione e a taglio di elementi in c.a.:
Fornitura e posa in opera protetta di tessuti bidirezionali in fibra di carbonio ad elevata resi-

stenza (4.830 N/mm²), alto modulo elastico (230.000 N/mm²), (*tipo MapeWrap C BI-AX della MAPEI S.p.A. o equivalente*) (grammatura: g/m^2 230), mediante "sistema a secco", previa applicazione di primer epossidico (*tipo MapeWrap Primer 1 della MAPEI S.p.A. o equivalente*), rasatura del sottofondo mediante stucco epossidico (*tipo MapeWrap 11 o 12 della MAPEI S.p.A. o equivalente*) ed impregnazione del tessuto in opera per il "sistema a secco" con adesivo epossidico bicomponente di media viscosità (*tipo MapeWrap 31 della MAPEI S.p.A. o equivalente*), compreso spolvero finale di sabbia di quarzo "Quarzo 1,2" per una migliore aderenza superficiale dell'area trattata, tagli, sfrido, il trasporto dei materiali di risulta alle discariche autorizzate ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

(Prodotto tipo MapeWrap C BI-AX della MAPEI S.p.A. o equivalente):

Per il tipo d'intervento in progetto si è scelto il tessuto bidirezionale bilanciato in fibra di carbonio ad elevata resistenza con una grammatura di 230 g/m^2 e con altezze di 40 cm.

I tessuti in fibre di carbonio impiegati (tipo MapeWrap C BI-AX della MAPEI S.p.A. o equivalente) dovranno avere le seguenti caratteristiche prestazionali:
Grammatura (g/m²): 230
Massa volumica (kg/m³):
1.81
Spessore equivalente di tessuto secco (mm):
0,064 Area resistente per unità di larghezza (mm²/m): 64,2 Resistenza meccanica a trazione (N/mm²): 4.830 Carico massimo per unità di larghezza (kN/m): > 305 Modulo elastico a trazione (N/mm²): 230.000 Allungamento a rottura (%): 2
Adesione al calcestruzzo (N/mm²): > 3 (rottura del supporto)

I tessuti dovranno essere posti in opera con il "sistema a secco" rispettando la seguente procedura:

1) applicazione di primer epossidico (tipo MapeWrap Primer 1 della MAPEI S.p.A. o equivalente.);
2) rasatura del sottofondo mediante stucco epossidico (tipo MapeWrap 11 o MapeWrap 12 della MAPEI S.p.A. o equivalente);
3) impregnazione del tessuto in opera per il "sistema a secco" (tipo MapeWrap 31 della MAPEI S.p.A. o equivalente).

- Spolvero finale con sabbia di quarzo "Quarzo 1,2".

(Prodotto tipo MapeWrap Primer 1 della MAPEI S.p.A. o equivalente):

1) Il primer epossidico (tipo MapeWrap Primer 1 della MAPEI S.p.A. o equivalente) dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:
   Peso specifico dell'impasto (g/cm³): 1,1
   Viscosità Brookfield (rotore 1 - giri 10) (mPa·s): 300
   Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C) (MPa): > 3 (rottura supporto)

(Prodotto tipo MapeWrap 11 o 12 della MAPEI S.p.A. o equivalente):

2) L'adesivo epossidico tissotropico (tipo MapeWrap 11 o 12 della MAPEI S.p.A. o equivalente) dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

Resistenza a trazione (ASTM C 579)
(MPa): 30 Resistenza a compressione
(ASTM C 579) (MPa): 70
Modulo elastico a compressione (ASTM C 579)
(MPa): 8000 Modulo elastico a flessione (ISO 178)
(MPa): 4000
Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C) (MPa): > 3 (rottura supporto)

(Prodotto tipo MapeWrap 31 della MAPEI S.p.A. o equivalente):

3) L'adesivo per l'impregnazione dei tessuti con il "sistema a secco" (tipo MapeWrap 31 della MAPEI S.p.A. o equivalente) dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:
Viscosità Brookfield (rotore 3 - giri 5)
(mPa·s): 7000 Resistenza a trazione
(ASTM D 638) (MPa): 40 Allungamento
a trazione (ASTM D 638) (%): 1,8 Resistenza a compressione (ASTM C 579)
(MPa): 60
Modulo elastico a compressione (ASTM C 579)
(MPa): 1400 Modulo elastico a flessione (ISO 178)
(MPa): 3000
Adesione al calcestruzzo (dopo 7 gg a +23°C) (MPa): > 3 (rottura supporto)

0011

Protezione finale con rasatura cementizia idrofuga a tessitura civile fine:
Fornitura e posa in opera di rasatura cementizia idrofuga monocomponente a granulometria fine, ad elevata adesione, a base di leganti speciali ad alta resistenza, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in polvere (*tipo Planitop 200 della MAPEI S.p.A. o equivalente*), per la rasatura a civile fine di supporti in calcestruzzo, compreso il trasporto dei materiali di risulta alle discariche autorizzate ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

(Prodotto tipo Planitop 200 della MAPEI S.p.A. o equivalente): si veda la precedente voce **0024**

ELEMENTI PRESTAZIONALI E CONTRATTUALI

La realizzazione comprende anche tutti gli oneri a carico dell'Appaltatore per:

- la fornitura del manuale d'uso e dei documenti di manutenzione, - la fornitura dei disegni e relazioni "as built"
- la fornitura dei manuali, dei disegni e dei documenti di manutenzione inerenti tutte le componenti dell'impianto solare;

Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell' Amministrazione.
L'Amministrazione si riserva, in ogni modo, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.
L'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori, il programma operativo dettagliato delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell' esecuzione delle opere, in armonia col programma di cui del DLgs 36/2023.

Il progettista

