



COMUNE
di PADOVA

MESSA A NORMA DELLE BARRIERE METALLICHE
TANGENZIALE SUD-EST DI PADOVA (PD)
da pk 6+500 a pk 7+100

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA:

Ing. Stefano CALVI
Ordine Ingegneri di Venezia n° 4512



CIQuadro S.T.P. a r.l.

Sede legale:
Via Monte Verena, 14/1
30030 Pianiga (VE)
C.F.-P.IVA: 04572280271
email: info@ciquadrostp.it
pec: pec@ciquadrostp.it

Sede operativa:
Via Germania, 16/9
35010 Vigonza (PD)

COMMITTENTE:
Comune di Padova – Settore Lavori Pubblici
via Tommaseo, 60
35131 Padova

PROTOCOLLO

DATA Maggio 2022

NUMERO ELABORATO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

3

CODICE PROGETTO

NOME FILE

PE-C086-EG-03-A_Capitolato speciale d'appalto

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

PROG E C086

CODICE
ELAB.

PE-C086-EG-03

B

C

B

Revisione capitolato speciale di appalto

26/08/2022

M.G.

S.C.

S.C.

A

Aggiornamento prezzi

01/07/2022

M.G.

S.C.

S.C.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



Movimenti di terra e Demolizioni IT.PRL.05.13 - Rev. 1.0 - ESTRATTO

SOMMARIO

3

1 Sommario

1	Sommario	1
2	A.01 SCAVI	3
2.1	SCOTICO	3
2.2	A.02 "Rilevati"	3
2.3	SCAVI DI SBANCAMENTO	3
2.4	SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE IN TRINCEA	5
3	A.02 RILEVATI	5
3.1	SCOTICO	5
3.2	BONIFICA	5
3.3	RILEVATI TRADIZIONALI	8
3.4	RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA CON LEGANTI	11
4	A.03 DEMOLIZIONI	14
4.1	PIANO DELLA DEMOLIZIONE	14
4.2	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LE DEMOLIZIONI INTEGRALI O PARZIALI DI STRUTTURE COMPLESSE	14
4.3	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LA DEMOLIZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	15
5	CONTABILIZZAZIONE E MISURAZIONE	15
5.1	SCAVI DI SBANCAMENTO	16
5.2	PREPARAZIONE PIANO DI POSA DEI RILEVATI	16
5.3	REALIZZAZIONE RILEVATI STRADALI	16
5.4	STABILIZZAZIONE E SISTEMAZIONE DI TERRENI CON USO DI CALCE O CEMENTO	16
5.5	TRASPORTI A DISCARICA O DA CAVA DI PRESTITO	17
5.6	DEMOLIZIONE DI MURATURE	17
5.7	DEMOLIZIONE INTEGRALE DI FABBRICATI E DI STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.	17
5.8	DEMOLIZIONE DI IMPALCATI IN C.A.P. O STRUTTURE SIMILARI IN C.A., SIA TOTALI CHE PARZIALI E/O A SEZIONE OBBLIGATA	17
5.9	IDRODEMOLIZIONE E ASPORTAZIONE CORTICALE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO SULL'INTRADOSSO ED ESTRADOSSO DEGLI IMPALCATI, COMPRESSE LE SUPERFICI VERTICALI DI SPALLE, PILE, PULVINI, MURI, ECC – PER UNO SPESSORE MEDIO FINO A 3 CM.	17



Coordinamento Territoriale/Direzione
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2
IT.PRL.05.13 - Rev.1.0
Movimenti di terra e Demolizioni

5.10	DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE	17
5.11	DEMOLIZIONE E ASPORTAZIONE GIUNTI E DELLA PAVIMENTAZIONE IN CORRISPONDENZA DEI GIUNTI	17
5.12	SPICCONATURA DI INTONACO	18
5.13	RIMOZIONE E DEMOLIZIONE STRUTTURE IN ACCIAIO	18
6	CONTROLLO	18
6.1	DISPOSIZIONI GENERALI	18
6.2	PROVE DI LABORATORIO	19
6.3	PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA	19
6.4	PROVE DI CONTROLLO SUL PIANO DI POSA	19
6.5	CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI DA DEMOLIZIONE EDILE ..	21
6.6	CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI INDUSTRIALI – SCORIE	21
6.7	CONTROLLO SCAVI	22
7	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	22



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.

2 A.01 SCAVI

2.1 SCOTICO

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

2.2 A.02 "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.

2.3 SCAVI DI SBANCAMENTO

2.3.1 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.

2.3.2 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, sbatracchiature, 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 interrato 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, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

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.

2.3.3 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.

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 (<i>martellone</i>)	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 Esecutivo verrà, quindi, verificata in corso d'opera, in contraddittorio con la D.L.

2.4 SISTEMAZIONE DELLE SCARPATE IN TRINCEA

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.

3 A.02 RILEVATI

3.1 SCOTICO

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.

3.2 BONIFICA

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.

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:

1. appartenenza ai gruppi A1, A2, A3 (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285);
2. 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 M_d , al primo ciclo, determinato con prova di carico su piastra (diametro 30 cm) (rif. CNR 146/92), non inferiori a quelli riportati in tabella 3:

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 M_d 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 in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972), nel corpo del rilevato e sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

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.

3.2.3 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):

- A₁, A₃ se proveniente da cave di prestito. Nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A₃, esso deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃, 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 95% 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 A₂₋₄ e A₂₋₅, 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 e 150 kPa (0.05 e 0.15 N/mm²)).

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.

3.2.4 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 scavo soddisfino i requisiti di cui al successivo paragrafo 6, 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 6.

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/mm²), (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/mm²), (CNR 146 - 1992).

3.2.5 Geotessile non tessuto

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto ed avere 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.

3.3 RILEVATI TRADIZIONALI

3.3.1 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).

3.3.2 Modalità esecutive

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃; 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 A_{1-a} e A₃ (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/mm²), (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/mm²) sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato.

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.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

Le terre appartenenti ai gruppi A2-6 ed A2-7 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.

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/mm²), 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.

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

In fase di progetto, con le modalità descritte al paragrafo 4, verrà stabilito se le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ 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 par. 4).

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.

3.3.3 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 A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃ o con rocce frantumate;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇.

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 ($\pm 1,5\%$ 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/m³ 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.

3.3.4 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.

3.4 RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA CON LEGANTI

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

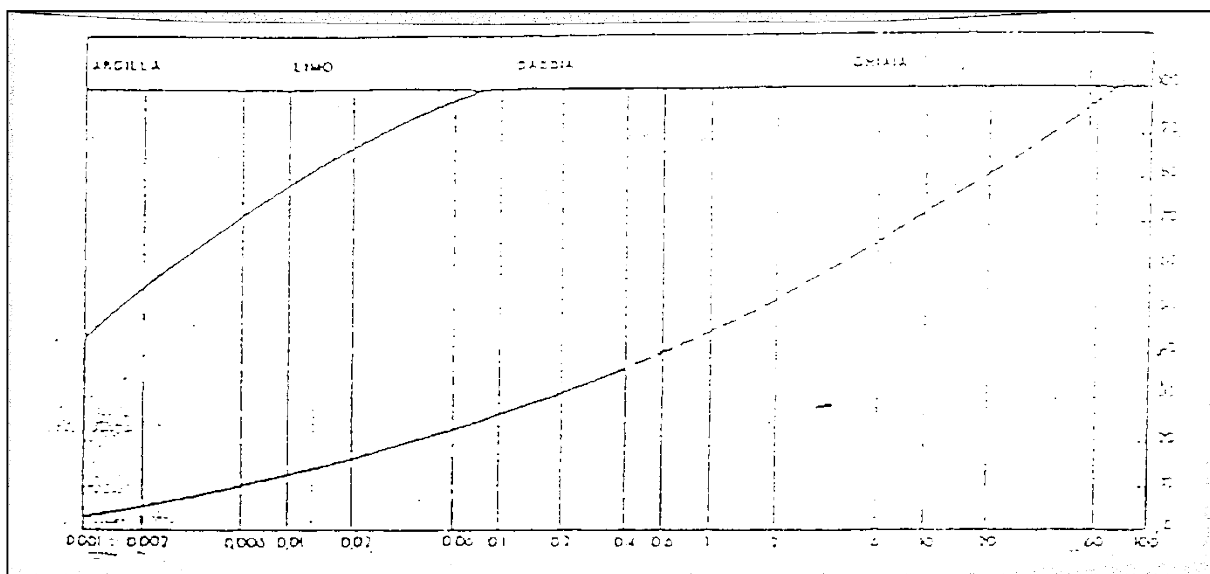
3.4.1 Terra stabilizzata a cemento

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 varia 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.

3.4.2 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/mm².

3.4.3 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.

3.4.4 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 sì 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 sì 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.

3.4.5 Sistemazione delle scarpate in rilevato

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 ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.



4 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 in 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.

4.1 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 utilizzare.
- le procedure che devono essere attuate per la rimozione e demolizione dei vari elementi costitutivi 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 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 provvisorie 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.

4.2 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'Appaltatore.

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.

4.3 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.

5 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.

5.1 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**

5.2 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**

5.3 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**

5.4 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**



5.5 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 sovrapprezzo da Elenco Prezzi, valutato per ogni metro cubo e per ogni km eccedente i primi 5 km.

5.6 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**

5.7 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**

5.8 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**

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

Idrodemolizione 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**

5.10 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, quali le fondazioni e sottofondazioni.

La misurazione verrà computata misurando geometricamente lo spessore del materiale da rimuovere misurato per la superficie interessata alla demolizione.

Unità di misura **MC**

5.11 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**

5.12 SPICCONATURA DI INTONACO

Spicconatura di intonaco mediante l'utilizzo di mezzo meccanico e/o manuale, comprensivo di ogni mezzo provvisorio.

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**

5.13 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. 14 gennaio 2008

Unità di misura **KG**

6 CONTROLLO

6.1 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 terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	UNI 13242-UNI 14688-UNI 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

6.2 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.

6.3 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 presso Laboratorio Ufficiale.

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 modi 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 Tabella 2.

6.4 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 4.3.3.



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	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio													
	2mm	≤50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,4mm	≤ 30	≤ 50	> 50	≤ 35	≤35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
	0,063	≤15	≤25	≤10									
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332													
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤ 10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	(IP ≤ IL-30)	(IP>LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa ,pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa			Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, 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 terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata	Media	Elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nulla			Nulla 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 tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti 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 m³	successivi m³	primi 5000 m³	successivi m³	primi 5000 m³	successivi m³
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 caratteristiche 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

6.5 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.

6.5.1 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 m³ di materiale da porre in opera.

6.5.2 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 m³ di materiale posto in opera.

6.6 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.

6.6.1 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.

6.6.2 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.

6.7 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.

b) Prove in sito

Terre:

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geo- logico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

7 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)



Calcestruzzi e acciai per CA e CAP - IT.PRL.05.16 - Rev. 1.0 - ESTRATTO

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 fibro-rinforzati, 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

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

1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

1.1 Prescrizioni per la durabilità delle opere in calcestruzzo

Secondo il D.M. 14/01/2008, 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 del D.M. 14/01/2008, 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 206/1 ed ai valori limite per la composizione e per le prestazioni riportate nel prospetto 4 della UNI 11104 (vedi successivo par. 2.2).

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 esplicativa 617, 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 S5, 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.

Analoghe indicazioni sono contenute anche nel § C4.1.6.1.3 della Circolare esplicativa 617.

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.

Salvo diversa indicazione del progettista, potranno prendersi come riferimento i limiti riportati al §4.1.2.2.4 del D.M. 14-01-2013, incrementati di 0,1 mm per tener conto che essi si riferiscono al valore dell'apertura della fessura in corrispondenza dell'armatura e non in superficie:

per **armature poco sensibili** (acciai per c.a. non precompresso, inossidabili, zincati o rivestiti con specifici prodotti tipo UNI EN 1504-7):

- < 0,4 + 0,1 mm: per classi di esposizione X0, XC1, XC2, XC3, XF1;
- < 0,3 + 0,1 mm: per classi di esposizione XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3;
- < 0,2 + 0,1 mm per classi di esposizione XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4;

per **armature sensibili**, ovvero acciai per c.a.p.:

- < 0,3 + 0,1mm: per classi di esposizione X0, XC1, XC2, XC3, XF1;
- < 0,2 + 0,1 mm: per classi di esposizione XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3;
- < 0 + 0,1 mm: per classi di esposizione XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4.

Qualora si rilevino in superficie fessure di apertura superiori ai limiti sopra indicati, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura a:

per aperture < 0,1mm: nessun intervento;

per aperture superiori a 0,1 mm ma < 0,4 mm: rivestimenti impermeabili ad acqua e CO₂ conformi a UNI EN 1504/2;

per aperture > 0,4 mm: sigillatura delle fessure mediante prodotti da iniezione conformi a UNI EN 1504-5 ed eventuali rivestimenti impermeabili ad acqua e CO₂ conformi a UNI EN 1504/2.



NOTA Nei casi di danni più severi o per particolari criticità della struttura, eventuali interventi di demolizione e rifacimento delle strutture danneggiate potranno essere disposti dalla Direzione Lavori dopo opportuno approfondimento di indagini sullo stato fessurativo della struttura.

Le suddette prescrizioni saranno applicate anche a tutti gli elementi prefabbricati e/o precompressi.

1.2 Tipologie e requisiti dei calcestruzzi a prestazione garantita

Le materie prime utilizzate devono rispondere ai requisiti del § 11 del DM 14-01-2008 e saranno caratterizzate secondo quanto riportato in Appendice 14.

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 conformità al D.M. 14/01/2008 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 di cui al D.M. 14/01/2008 (Tabella 1).

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** (f_{ck}), con rapporto altezza/diametro pari a 2;
- **Y** è la resistenza caratteristica a compressione valutata su **provini cubici** di lato 150 mm (R_{ck}).

Tabella 1 **Classi di resistenza**

C8/10	C25/30	C40/50	C60/75
C12/15	C28/35	C45/55	C70/85



C16/20	C32/40	C50/60	C80/95
C20/25	C35/45	C55/67	C90/105

Nella Tabella 2, 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 possieda, al momento della consegna in cantiere, la **lavorabilità** prescritta in progetto e riportata per ogni specifica tipologia di conglomerato nella Tabella 2.

Per quanto riguarda gli altri parametri per la caratterizzazione del calcestruzzo allo stato fresco ed indurito si rimanda a quanto indicato nel § 13.2.

Tabella 2 Tipologie di conglomerati cementizi a prestazione garantita e relativi campi di impiego.

Tipo	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza minima C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento ** [kg/m ³]	Contenuto di aria in % UNI EN 12350/7	D _{max} *** mm	Classe di consistenza min. UNI EN 12350/2 ***	Tipo di cemento **** (se necessario)	Classe contenuto in cloruri
I									
I-A	XC2	C (25/30)	0.60	300	≤ 2,5%	32	S4-S5	In caso di grandi spessori* : LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	Cl 0.4
I-B	XA1	C (28/35)	0.55	320	≤ 2,5%	32	S4-S5	In caso di grandi spessori* 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* anche LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	Cl 0.4



I-D	XA3	C (35/45)	0.45	360	$\leq 2,5\%$	32	S4-S5	SR (Sulphate Resistant) e in caso di grandi spessori* anche LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	CI 0.4
II									
II-A	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	$\leq 2,5\%$	32	S4-S5		CI 0.4 (CI 0,2 se in XS1)
II-B	XF4	C (28/35)	0.45	360	$8 \pm 1\%$ per $D_{\max} \leq 10\text{mm}$ $6 \pm 1\%$ per $D_{\max} = 10-20\text{mm}$ $5 \pm 1\%$ per $D_{\max} \geq 20\text{mm}$	32	S4-S5		CI 0.2
III									
III-A	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	$\leq 2,5\%$	32	S4-S5	In caso di grandi spessori* LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	CI 0.4 (CI 0,2 se in XS1)
III-B	XF2	C (25/30)	0,50	340	$8 \pm 1\%$ per $D_{\max} \leq 10\text{mm}$ $6 \pm 1\%$ per $D_{\max} = 10-20\text{mm}$ $5 \pm 1\%$ per $D_{\max} \geq 20\text{mm}$	32	S4-S5	In caso di grandi spessori* LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1	CI 0.2
IV									
IV-A	XC4	C (32/40)	0.50	340	$\leq 2,5\%$	32	S4-S5		CI 0.4
IV-B	XF2	C(25/30)	0.50	340	$8 \pm 1\%$ per $D_{\max} \leq 10\text{mm}$ $6 \pm 1\%$ per $D_{\max} = 10-20\text{mm}$ $5 \pm 1\%$ per $D_{\max} \geq 20\text{mm}$	32	S4-S5		CI 0.2
V									
V-A	X0	C (20/25)	0.65	260	---	32	S4		CI 0.4
V-B	XF2	C(25/30)	0.50	340	$8 \pm 1\%$ per $D_{\max} \leq 10\text{mm}$ $6 \pm 1\%$ per $D_{\max} = 10-20\text{mm}$ $5 \pm 1\%$ per $D_{\max} \geq 20\text{mm}$	32	S4		CI 0.2

NOTE alla Tabella 2

(*) 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 reconsiderati 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 Tabella 2, raggiungimento della R_{ck} 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 D_{max} , in assenza di altra indicazione, si terranno presenti le seguenti limitazioni:

$D_{max} < \text{copri ferro};$
 $D_{max} < \text{interfero minimo} - 5 \text{ mm};$
 $D_{max} < \frac{1}{4} \text{ della sezione minima della struttura.}$

- (****) Si veda paragrafo 14.1.1.1 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 prescritti i seguenti **requisiti aggiuntivi** (Tabella 3) definiti e misurabili secondo quanto riportato al paragrafo 13.3.11.

Tabella 3: **Requisiti aggiuntivi raccomandate in funzione della tipologia di calcestruzzo.**

Tipo	Campi di impiego	Resistenza a trazione indiretta	Resistenza a Flessione	Modulo elastico	Deform. ne viscosa	Ritiro igrometrico libero	Espansione contrastata	Permeabilità 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	

2.2.1 Calcestruzzi speciali

Per quanto concerne i **calcestruzzi speciali** si individuano:



a) 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. 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:
$$\delta T_{3gg} = \frac{c \times q_3}{m \times \rho}$$
- dove:
- $\delta T_{3gg} = 35^\circ\text{C}$;
- 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 $1 \text{ kJ}/\text{kg } ^\circ\text{C}$)
- I cementi con i valori di q_3 più bassi sono classificati nella UNI EN 197-1 e vengono contraddistinti dalla sigla “LH” (Low Heat).



- Si ricorda che, come previsto al § 5 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 reconsiderati 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 Tabella 2 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.

b) i **calcestruzzi a ritiro compensato**: che saranno confezionati utilizzando agenti espansivi di tipo non metallico di cui al successivo § 13.1.6. *“Agenti espansivi non metallici”*, generalmente con dosaggi variabili tra i 20 ed i 40 kg/m³.

Ulteriori specifiche sono riportate ai § 6.2.1.3 e § 6.3.1.3

c) 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 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 § 6.2.1.3 e § 6.3.1.3



d) 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 Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008, con classi di resistenza ammesse da LC20/22 a LC55/60 e tipo di impiego secondo quanto riportato nella seguente Tabella 4, valida anche per i calcestruzzi di peso normale (minimo C16/20 > 20MPa per strutture armate; minimo C28/35 per strutture armate precomprese);

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 precomprese	C28/35

e) 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 cassetture. 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 **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)

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:

- 1) contenuto di solfati (espressi come SO_3) $\leq 1\%$;
- 2) per acceleranti a base di silicati di sodio:
 - rapporto in peso $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} \geq 3,4$;
 - contenuto di cloruri $< 0,1\%$;
 - $\text{pH} \leq 11,5$;
- 3) per conglomerati proiettati esposti ad attacco solfatico:
 - contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) $\leq 0,6\%$ in peso sul cemento per additivi contenenti alcali;
 - contenuto di alluminati (espressi come Al_2O_3) $\leq 1,0\%$ in peso sul cemento per additivi non alcalini.



Per i controlli specifici relativi ai calcestruzzi special si rimanda ai paragrafi § 6.2.1.3 in fase di qualifica e § 6.3.1.36.3.1 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 13.1 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 § 6.2.1.3), che la resistenza a compressione a 28 giorni sia conforme alle specifiche di progetto .

2 ACCIAI

2.1 Caratteristiche tecniche

Le diverse tipologie di **acciaio ordinario per c.a.** ad aderenza migliorata impiegabili, secondo quanto previsto al § 11 del D.M. 14/01/2008, sono:

- **acciaio tipo B450C**
 - barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
 - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$;
 - reti elettrosaldate: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$;
 - tralicci elettrosaldati $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$
- **acciaio tipo B450A**
 - barre d'acciaio ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$), rotoli ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
 - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 10 \text{ mm}$;
 - reti elettrosaldate: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$;
 - tralicci elettrosaldati $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$



Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal D.M. 14/01/2008, 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 $f_{y\text{ nom}}$ e rottura $f_{t\text{ nom}}$ degli acciai B450C e B450A

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

Gli acciai inossidabili, se il loro impiego è previsto in progetto, dovranno rispettare tutte le caratteristiche previste al § 11.3.2.9.1 del D.M. 14/01/2008.

Quando previsto in progetto, gli acciai in barre e le reti di acciaio elettrosaldate dovranno essere **zincate** a caldo. Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04%, oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%. Il peso del **rivestimento in zinco**, che non dovrà mai discostarsi di $\pm 10\%$ dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrisponderà ad uno spessore di 85 $\mu\text{m} \pm 10\%$.

È ammesso esclusivamente l'impiego di **acciai per c.a.p.** qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. 14/01/2008 e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 del succitato D.M. 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 Proprietà meccaniche, garantite dal produttore degli acciai per c.a.p.

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura f_{ptk} N/mm ²	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
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	≥ 1700



Tensione caratteristiche di snervamento f_{pyk} N/mm ²	≥800	----	----	----	----
Allungamento sotto carico massimo A_{gt}	≥3,5	≥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.

3 CASSEFORME

3.1 Caratteristiche tecniche

Per le caratteristiche e l'utilizzo delle **casseforme** si farà riferimento a quanto indicato ai §§ 4.1 e 3.2 delle *"Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo"* pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

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-compresi** 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).



4 MALTE E CALCESTRUZZI DA RIPRISTINO STRUTTURALE E PROTEZIONE

4.1 Caratteristiche tecniche

Per quanto riguarda gli interventi adeguamento, miglioramento o riparazione ed intervento locale trovano impiego le **malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione**.

Dovendo ripristinare o incrementare la **durabilità** della struttura degradata alle classi di esposizione previste nella UNI EN 206 e UNI 11104, in assenza di rivestimenti impermeabili, i prodotti da ripristino a base cementizia dovranno rispettare, in termini di resistenza meccanica,

quanto previsto da suddette norme. Pertanto, per una durabilità fino a 50 anni, si dovranno garantire **classi di resistenza minime** da 30 a 45 MPa in funzione della **classe di esposizione** ambientale. Per lo **spessore del copriferro** da ripristinare varrà quanto già indicato al successivo par. 2.1.

Nel caso di **prodotti a base cementizia**, uno dei requisiti fondamentali è l'espansione contrastata in aria (vedi successivo par. 13.3.11.6) garantita dall'impiego di agenti espansivi non metallici (vedi successivo par. 13.1.6), solitamente combinati con additivi antiritiro (vedi successivo par. 13.1.5) e microfibre sintetiche (ad esempio: poliacrilonitrile), per contrastare le fessure in fase plastica.

Nel caso di prodotti in cui sia necessario incrementare la resistenza a trazione in fase *post* fessurativa e la duttilità del materiale, si ricorre all'impiego di prodotti fibrorinforzati con macrofibre (tipicamente 20-40 mm), in acciaio o polimeriche, ad elevata resistenza ed alto modulo elastico (es. PVA o poliestere).

Nella seguente Tabella 7 vengono sintetizzate le combinazioni delle varie categorie di prodotto (boiacche, malte, betoncini e calcestruzzi) ed il metodo di messa in opera in funzione dello spessore da ripristinare.

Tabella 7: **Categoria e tecnica di applicazione dei prodotti da ripristino in funzione dello spessore da ripristinare**

		DEGRADO													
		Lieve			Medio				Profondo					Molto profondo	
Spessore ripristino (mm)		1	3	8	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	>100
TECNICHE APPLICAZIONE	Iniezione	Boiacche cementizie e formulati con resine													
	Rasatura	Malte fini tixotropiche													
	Spruzzo o rinzafo				Malte tixotropiche										
	Colaggio				Malte colabili				Betoncini colabili						
														Calcestruzzi (S4)-S5 vibrati o SCC colato	



NOTE alla Tabella 7

Boiacche: solo legante e filler; **Malte fini:** D_{max} fino a 2 mm; **Malte:** D_{max} fino a 4-6 mm

Betoncini: D_{max} fino a 16 mm; **Calcestruzzi:** $D_{max} < \frac{1}{4}$ sp da ripristinare.

Le **malte premiscelate da ripristino e protezione** hanno requisiti prestazionali sintetizzati nelle Tabelle A.10.1 e A.10.2 di cui all'ALLEGATO 10 par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

I **calcestruzzi da ripristino** rientrano nella categoria dei conglomerati non premiscelati con $D_{max} > 6\text{mm}$ (betoncini e calcestruzzi) da utilizzare con funzione di ripristino strutturale e della durabilità.

Nel caso di riparazione o adeguamento di strutture esistenti, laddove non sia possibile garantire un **copriferro** adeguato, per spessore e caratteristiche, alla classe di esposizione ambientale ed alla vita utile di servizio dell'opera, è possibile ricorrere all'impiego di **sistemi di protezione delle armature metalliche contro la corrosione**, in forma di **vernici resinose o boiacche cementizie additivate**, da applicare sulla superficie delle barre esistenti e/o di quelle aggiunte.

5 ACCETTAZIONE E CONTROLLI

5.1 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 del D.M. 14/01/2008.

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 13.1 sono riportate le tabelle che sintetizzano i requisiti di prodotto richiesti per le varie materie prime utilizzate (cementi, aggiunte minerali, aggregati, acqua, additivi, agenti espansivi, 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.

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.



5.2 Prequalifica e qualifica

5.2.1 Prequalifica e qualifica dei conglomerati cementizi

In accordo al D.M. 14/01/2008, per la produzione dei conglomerati cementizi si possono configurare due differenti possibilità:

- **calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;**
- **calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.**

5.2.1.1 Calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato

Tale situazione si configura unicamente nella produzione di quantitativi di miscele omogenee inferiori ai 1.500 m³, 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 del D.M. 14/01/2008) 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 al succitato § 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. 6.4).

Nella **relazione di prequalifica**, l'Impresa dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- 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 12350/6;
- 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 (R_{ck}), 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 206/1 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:

$$- R_{i\min} > R_{ck}$$

$$- R_{cm} > R_{ck} + k$$

con k pari al doppio dello scarto atteso in produzione e, quindi, usualmente compreso tra 6 e 12 N/mm² (in assenza di previsioni sullo scarto di produzione, si assumerà il valore più alto pari a 12 N/mm²).

I limiti di accettazione per le varie proprietà sono indicati nella tabella riportata al succitato § 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 nella tabella riportata nel succitato Allegato 9 al § 14.9 (prove di qualifica).

Anche l'attività di qualifica dovrà essere effettuata per mezzo di prove certificate da parte dei **laboratori accreditati** (rif. par. 6.4).

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 1 (par. 14.1 a 14.8) , mentre quelle previste sui calcestruzzi sono riportate nella tabella di cui al già citato Allegato 9 (par14.9).

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.7.2), con una tolleranza di $\pm 20\text{mm}$ 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 $\pm 10\%$ dal valore indicato nella relazione di prequalifica
3. Il valore della **massa volumica** del calcestruzzo fresco non si discosti di più del $\pm 3\%$ da quello nominale impostato a seguito della prequalifica
4. Il **rapporto acqua-cemento** determinato secondo le modalità descritte al precedente par.13.1.4 non si discosti di più 0,03 da quello di prequalifica
5. I valori medi degli altri requisiti aggiuntivi di cui al successivo par. 13.3.11 eventualmente previsti rispettino i limiti di progetto.

I **limiti di accettazione** per le varie proprietà sono indicati nella tabella riportata nel succitato 14.9 "Allegato 9. "

In conformità al § 11.2.3 del D.M. 14/01/2008, si ribadisce che la responsabilità della qualità finale del calcestruzzo, che sarà controllata dalla Direzione Lavori secondo le procedure di cui al successivo par. 6.3.1, 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.

5.2.1.2 Calcestruzzo prodotto con processo industrializzato

Tale situazione è contemplata dal D.M. 14/01/2008 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 per il 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 dal D.M. 14/01/2008 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 EN 45012. 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 da parte della Direzione dei Lavori, è richiesta, in contraddittorio con l'impresa, la **qualifica** delle miscele presso l'impianto di preconfezionamento con prove già descritte in 6.2.1.1 b) certificate da parte dei **laboratori accreditati** (rif. par. 6.4).

Oltre alle prove di qualifica, saranno obbligatorie **anche prove di prequalifica** come in 6.2.1.1 a) certificate da laboratorio accreditato.

5.2.1.2.1 Qualifica dei calcestruzzi speciali

Relativamente a tutti i **calcestruzzi speciali**, di cui al § 2.2.1 , anche se prodotti in impianto dotato di certificazione del processo produttivo cui al precedente par. 6.2.1.2, dovranno essere sottoposti a prove di qualifica da parte di **laboratori accreditati** (rif. par. 6.4) verificando, oltre a quanto descritto al precedente par. 6.2.1.1 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 nel periodo di getto secondo il metodo della UNI 8148 riportato al § 13.1.6. 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 $\geq 400 \mu\text{m/m}$; a 7 giorni $\geq 200 \mu\text{m/m}$; a 28 giorni $\geq 100 \mu\text{m/m}$; a 90 giorni $\geq 0 \mu\text{m/m}$.

- b) Nel caso dei **calcestruzzi fibro-rinforzati** questi dovranno rispondere a quanto riportato 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. 13.3.11.2. 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 si limiteranno alla verifica della resistenza a flessione trazione secondo UNI EN 12390/7, con rilievo del grafico sforzo-deformazione nella mezzeria.

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. 13.3.11), particolare attenzione meritano quelli legati alla 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 preliminare 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 e aria inglobata nel calcestruzzo proiettato di riferimento;
- dosaggio degli additivi impiegati per la proiezione;
- eventuale dosaggio di fibre;
- verifica dello sfido;
- 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 14488-5 (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 ANAS 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.

5.2.2 Qualifica delle malte e calcestruzzi da ripristino strutturale e protezione

Le **malte 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.

Nelle Tabelle A.10.1 e A.9.2 di cui all'ALLEGATO 10 § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** vengono segnalate le proprietà per le quali si ritiene raccomandabile una verifica in qualifica ed in accettazione della fornitura.

Essendo le **malte premiscelate** 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.

Per i **calcestruzzi da ripristino**, oltre a valere le condizioni di cui ai precedenti paragrafi indicati per i calcestruzzi ordinari, le prove di **prequalifica e di qualifica** dovranno contenere la certificazione di proprietà specifiche, analoghe a quelle richieste nella marcatura CE di malte premiscelate di cui sopra, quali ad esempio l'adesione al substrato, l'espansione contrastata, la penetrazione dei cloruri e dell'anidride carbonica, nonché la resistenza al gelo in base alla classe di esposizione a cui sono destinati.

Nella Tabella A.10.3 di cui al succitato Allegato 10 vengono riportati i controlli aggiuntivi (rispetto a quelli già indicati nella tabella riportata nel già citato Allegato 8) richiesti per questa categoria di



calcestruzzi in fase di qualifica.

Relativamente ai **sistemi di protezione delle armature metalliche contro la corrosione**, in forma di vernici resinose o boiacche cementizie additivate, da applicare sulla superficie delle barre esistenti e/o di quelle aggiunte i suddetti prodotti dovranno essere dotati di marcatura CE ai sensi della UNI EN 1504-7.

5.2.3 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.

5.2.3.1 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 nel D.M. 14/01/2008 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 alla fabbrica 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 e 11.3.2.10.3 del D.M. 14/01/2008.

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 dal D.M. 14/01/2008.

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.

5.3 Controlli in corso d'opera

5.3.1 Controlli in corso d'opera sui conglomerati cementizi

5.3.1.1.1 *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 del D.M. 14/01/2008, su miscele omogenee di conglomerato come definite al § 11.2.1 del citato Decreto.

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. 7.2
- verificare che gli elementi contenuti nel documento di consegna di cui al successivo par.7.2 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 nel D.M. 14/01/2008 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 del D.M. 14/01/2008, 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 Ufficiale (autorizzato dal Min. dei LL.PP: per prove secondo legge 106 secondo L. 1086/'71 - DPR 380/'01 - circ. 7617/STC '10), 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** verranno in adeguate strutture predisposte dall'Impresa; 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 termostato 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 scassati 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 dalla Direzione Lavori, la quale alleggerà a tale richiesta, copia del verbale di prelievo.

I **certificati emessi dal Laboratorio Ufficiale** dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

I limiti di accettazione e la frequenza di verifica delle varie proprietà sono riportati nella tabella di cui al già citato Allegato 9 (par. 14.9).

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.-



5.3.1.2 *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 del D.M. 14/01/2008).

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 il D.M. 14/01/2008.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005, nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. e al § C11.2.6 della Circolare esplicativa alle norme tecniche per le costruzioni.

I limiti di accettazione e la frequenza di verifica delle varie proprietà sono sintetizzati nella tabella riportata nell'Allegato 9 già precedentemente citato (par. 14.9).

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 alla Tabella C8A.1.3a - C8A.1.3b della Appendice C8A delle Circolari esplicative alle norme tecniche delle costruzioni ed alla possibilità, prevista dalla stessa, di sostituire parte delle prove distruttive con metodi non distruttivi opportunamente tarati, come sintetizzato nella tabella di cui all'Allegato 9 già precedentemente citato (par. 14.9).

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 di cui al precedente 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.

5.3.1.3 Controlli aggiuntivi sui calcestruzzi speciali

Oltre ai controlli generali uguali per tipo e frequenza a quelli previsti per i calcestruzzi ordinari D.M. 14/01/2008, 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 6.2.1.3 e 13.1.6
- b) I **calcestruzzi fibro-rinforzati** dovranno essere sottoposti a prove di accettazione in cantiere, secondo quanto previsto nella 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 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 fibre-matrice 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 104 → UNI 11039 o UNI EN 12390/7 a 4 punti per FRC incrudente	Appendice B DT 104
FRC indurito	Resistenze equivalenti	Appendice A DT 104	Appendice B DT 104

NOTE alla Tabella 10

(*) Procedura valida solo per fibre metalliche. Per altro tipo di fibre occorre mettere a punto procedura specifica.

La revisione delle NTC (la cui bozza è ancora all'esame del Cons. Sup. dei LL.PP.) dovrebbe prevedere, al nuovo par. 11.2.12, la possibilità di utilizzare i cls fibro- rinforzati con le riduzioni o in assenza di armatura longitudinale e trasversale convenzionale (solo nel caso di FRC a comportamento incrudente) secondo i metodi di calcolo previsti nel DT 204, non solo per interventi di ripristino (cap.12) ma anche per le nuove costruzioni.

- c) Durante l'applicazione dei **calcestruzzi proiettati**, si procederà ad un controllo sistematico dei parametri riportati nei prospetti 10, 11 e 12 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, nei 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).

5.3.2 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, a spruzzo o per colaggio;
- § 8.2.5 per la stagionatura in accordo con UNI EN 13670-1;
- § 8.2.7 per l'applicazione di eventuali trattamenti superficiali di prodotti conformi a UNI EN 1504-3.

Per le specifiche di controllo qualità verranno considerate le indicazioni riportate al prospetto 4



della UNI EN 1504-10 sintetizzate nelle già citate Tabelle A.10.4 e A.10.5 dell'Allegato 10 par. **Errore.**
L'origine riferimento non è stata trovata., relativamente ai soli metodi di rivestimento superficiale, ripristino strutturale e non con malte e calcestruzzo, iniezioni delle fessure.

Per le **malte da ripristino strutturale**, il controllo della resistenza meccanica in cantiere verrà eseguito secondo gli stessi criteri previsti dal D.M. 14/01/2008 per i calcestruzzi ordinari.

Per i **calcestruzzi da ripristino** rientranti anche nella categoria di calcestruzzi a ritiro compensato e/o fibro-rinforzato, vale in aggiunta quanto riportato nel precedente par. 6.2.1.3.

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 § 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008;
- per l'acciaio per c.a.p.: nel § 11.3.3.5 del D.M. 14/01/2008.

Il **campionamento** ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato e per tre differenti diametri delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. 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 del D.M. 14/01/2008, 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 § 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008;
- per l'acciaio per c.a.p.: al § 11.3.3.5.3 del D.M. 14/01/2008.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare 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 del D.M. 14/01/2008.

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.

In particolare, per le **barre in acciaio zincato** le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t. Oltre alle prove previste al precedentemente, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del successivo par. 13.5. 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. Dovrà essere verificato il **peso dello strato di zincatura**, mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo *Aupperle*), secondo la Norma UNI EN ISO 1461:1999.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 + 10\%$, la partita sarà accettata. In caso contrario, la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se, anche per questi ultimi, il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della **uniformità dello strato di zincatura** sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo *Preece*) secondo la Norma UNI EN ISO 1460:1997. Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni. Se, dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio, non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario, la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati, la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata, ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.



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 ANAS.

6.3 Laboratori accreditati e autorizzati

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 ovvero dai **Laboratori Ufficiali** di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (autorizzati dal Min. dei LL.PP: per prove secondo legge 106 secondo L. 1086/'71 - DPR 380/'01 - circ. 7617/STC '10).

NOTA : le prove di accettazione principali, complementari o integrative di cui al paragrafo 6.3.1 possono essere eseguite per legge **solo** dai laboratori Ufficiali di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

6 MODALITÀ DI ESECUZIONE

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al § 4.1.7 del D.M. 14/01/2008, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1 "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 meccaniche del calcestruzzo" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

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 ad ANAS.

6.1 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. 6.2.1

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. 6.2.1.2 si limiterà ad acquisire la documentazione di prequalifica.

NOTA Ove opportuno, la Direzione dei Lavori potrà comunque richiedere, in contraddittorio con l'Impresa, una qualifica della miscela o delle miscele in impianto di preconfezionamento, con prove certificate da parte dei **laboratori accreditati o autorizzati** di cui al par. 6.4 .

6.2 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 possieda i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti.

6.3 Posa in opera dei conglomerati cementizi

6.3.1 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.

5.3.2 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 starti 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	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i>

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 dovesse essere 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 stagiate;
 - ± 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.

6.3.3 Posa in opera in climi freddi



Al momento della consegna dovrà essere verificato, conformemente a quanto indicato al precedente par.6.3.1.2, 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 7.5.2);
- 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.

6.3.4 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 precedente § 2.2.1 a) 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 § 13.3.3) 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. 7.3.2, per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati **additivi ritardanti** di presa conformi alle indicazioni riportate nel par. 13.1.5 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. 7.5.

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.

6.3.5 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.

6.3.5.1 *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.



6.3.5.2 *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. 13.1.5

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 ANAS.

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.

6.4 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 provvisorie 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 § 4.2 delle già citate LL.GG. 2008.

6.4.1 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.



6.4.2 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..

6.5 Stagionatura e disarmo

6.5.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico sulle superfici non cassate

Le **superfici in calcestruzzo non cassate**, 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 precedente § 13.1.5;
- 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 al prospetto E.1 della UNI EN 13670-1.

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 precedente par. 2.1, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla protezione o alla sigillatura delle fessure come indicato al succitato par. 2.1.

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.

6.5.2 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 Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

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 nel prospetto E.1 della UNI EN 13670-1, 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 precedente § 13.1.5;
- 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 precedente par. 7.5.1.



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 Tabella 2 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 precedente par. 6.3.1.1

In aggiunta a tali controlli, sarà comunque obbligatorio eseguire prove complementari (vedi precedente par. 6.3.1.1) 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. 6.3.1.1, dovranno rispettare, a 28 giorni, le prescrizioni contenute nella già citata Tabella 2.

6.5.4 Regolarità delle superfici cassate

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.

6.6 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, polioossipropilene, polioossicloropropilene 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.

E' 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.

6.7 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
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 \varnothing



$\varnothing > 16 \text{ mm}$	7 \varnothing
-------------------------------	-----------------

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, dello spessore di 80-100 micron.

7 MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE

7.1 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.

7.2 Criteri di misura

7.2.1 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 m³ 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.

7.2.2 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.

7.2.3 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/dm³.



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 $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

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.

8 **NON CONFORMITÀ E SANZIONI**

8.1 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.

In merito alla valutazione della sanzione prevista, qualora la **resistenza caratteristica** riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato in opera e, successivamente, una verifica della sicurezza.

Qualora tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti richiesti verrà decurtato in misura pari al 15% del suo valore.

Nel caso in cui la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di oltre il 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla demolizione ed al rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, per diventare operativi.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti **giunti di dilatazione o contrazione**, ovvero **giunti speciali aperti a cuneo**, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto, compreso quelli di eventuali casseforme, si intende compreso negli articoli di Elenco Prezzi per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Nel caso di **ripristino di elementi strutturali**, con la frequenza che riterrà opportuna, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera le prove di controllo dei requisiti.

Qualora, dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il



progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il materiale verrà accettato, ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato, oltre che per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e, nel caso in cui, sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

Qualora si evidenziassero **microfessure**, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di interventi, su tali superfici (o volumi) verrà applicata la sanzione del 25% per tutti i prezzi ed i sovrapprezzi con i quali è stato compensato il lavoro non idoneo.

Se l'incidenza delle aree fessurate sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura ed alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Nel caso di **sistemi protettivi filmogeni**, qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spesa, alla sostituzione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera, la Direzione Lavori effettuerà dei controlli dello **spessore sul film umido** della singola mano applicata, con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" di idonea gradazione, secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2.000 m², almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2.000 m², almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure, se possibile, dovrà essere omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto; nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, a sua cura e spese, l'Impresa provvederà ad integrare lo spessore mancante, mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione

Le **superfici risonanti a vuoto** con il controllo al martello saranno verificate in contraddittorio e, su di esse, verrà applicata la sanzione del 25% per tutti i prezzi ed i sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Qualora dal **controllo della resistenza del calcestruzzo messo in opera**, non risultasse verificata la condizione $R_{ck, STRUTT} \geq 85\% R_{ck}$ 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 ($R_{ck, STRUTT}$).

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, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.



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 Allegato 1 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.

Tutti gli oneri derivanti dagli interventi anzidetti saranno a carico dell'Impresa.

8.2 Acciaio per c.a. e c.a.p.

Per le barre di acciaio zincato che non soddisfano i requisiti di cui alle UNI EN ISO 1461, relativamente alle caratteristiche delle protezioni anticorrosive e/o ad altre caratteristiche prestazionali, ma che comunque non concorrano a compromettere la resistenza dei dispositivi, si procederà all'applicazione di una sanzione in percentuale sul prezzo pari a quelle di seguito indicate:

- fino al 10% in meno di protezione anticorrosiva o di altre caratteristiche prestazionali, sanzione del 10%;
- dal 10% al 20% in meno di protezione anticorrosiva o di altre caratteristiche prestazionali, sanzione del 15%;
- oltre il 20% in meno di protezione anticorrosiva o di altre caratteristiche prestazionali, sostituzione dei materiali in difetto

9

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, a quelle acustiche dei singoli componenti e, quindi, del sistema nel complesso, oltre che della rispondenza dei valori indicati nei Rapporti di Prova e nella Marcatura CE specificati nel progetto;
- la verifica dell'avvenuta mitigazione acustica, da attuare attraverso l'esecuzione di rilevazioni fonometriche in corrispondenza di punti di misura significativi, da individuare congiuntamente con la Direzione Lavori.

NOTA La non rispondenza di una o più delle verifiche di cui al primo punto non consente l'esecuzione delle verifiche di cui al secondo ciò, in quanto, tali non rispondenze sono da imputarsi ad errori di esecuzione e, di conseguenza, rendono non collaudabile e liquidabile il lavoro.

10 MANUTENZIONE

10.1 Contenuti ed articolazione del Piano di Manutenzione

Sulla base di quanto indicato all'art.38 del D.P.R. n.207/2010, che riporta il "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i., recante il «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»", 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 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008,



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.

11.1 Leggi e normative sugli aspetti strutturali

- 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. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale;
- Circolare esplicativa al D.M. 14 gennaio 2008, n. 617 del 2 febbraio 2009 (S.O. n. 27 alla G.U. n. 47 del 26-02-2009)
- 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 - 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 1997 "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica" Parti 1-2
- Norma UNI EN 1998-5 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica"

11.2 Leggi e normative inerenti il rilascio della Marcatura CE

- UNI EN ISO 1460
- 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 1992 (Eurocodice 2)
- UNI EN 10204



- UNI EN 12620
- UNI EN 12350
- UNI EN 12390
- UNI EN 12504
- UNI EN 13055
- UNI EN 13263
- UNI EN 13670-1
- UNI EN 14487
- UNI EN 14488
- UNI EN 14651
- UNI EN 14721
- UNI EN 14889
- UNI EN 15167
- UNI EN 45012
- UNI CEN/TS 14754
- UNI 6556
- UNI 7122
- UNI 7123
- UNI 8146
- UNI 8148
- UNI 8520
- UNI 8866
- UNI 9606
- UNI 11039
- UNI 11104
- UNI 11146
- UNI 11201
- UNI 11307
- UNI 11417-1
- UNI 11417-2
- UNI 111039
- 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

12 APPENDICE

12.1 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

12.1.1 Cemento

12.1.1.1 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.

12.1.1.2 Controlli sul cemento

Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo, è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al precedente par. 13.1.2.1.

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 confezionamento



installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato (di cui al precedente par. 6.1).

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.

12.1.2 Aggiunte minerali

12.1.2.1 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 § 4.2 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 successivo precedente 6 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 " $a/(c + k \times \text{aggiunta})$ ";
- sostituire il dosaggio di cemento del calcestruzzo "c" con la quantità " $c + k \times \text{aggiunta}$ "

12.1.2.2 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 nell'Allegato 2 al presente Capitolato (par.14.2) 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.

Nella seguente Tabella 13 sono riportati i valori del coefficiente k per le ceneri volanti, distinti in funzione del tipo di cemento.

Tabella 13: **Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450** (Prosp. 3, UNI 11104)

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R 52.5 N, R	0.4
CEM II/A	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM III/A	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IV/A	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM V/A	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2

Valgono le seguenti limitazioni:

- in caso di utilizzo con CEM I, il rapporto in massa c_v/c non deve essere superiore a 0,33;
- in caso di utilizzo con CEM II/A, il rapporto in massa c_v/c non deve essere superiore a 0,25;
- la quantità $(c + k \times c_v)$ non deve essere inferiore al dosaggio minimo di cemento richiesto per la specifica classe di esposizione;
- il rapporto $a/(c + k \times c_v)$ non deve essere inferiore al valore massimo del rapporto a/c richiesto per la specifica classe di esposizione



Le normative attualmente in vigore non definiscono un valore limite del rapporto in massa cv/c nel caso di utilizzo in combinazione con cementi diversi dal CEM I e dal CEM II/A.

In attesa di ulteriori sviluppi normativi, si prescrive un valore limite pari a 0,20 del rapporto in massa cv/c nel caso di utilizzo in combinazione con CEM III/A, CEM IV/A e CEM V/A.

Nel caso di utilizzo di quantitativi di cenere superiori a quelli sopra indicati, il quantitativo in eccesso non potrà essere utilizzato nel calcolo della quantità $(c + k \times cv)$ e del rapporto $a/(c + k \times cv)$.

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.

12.1.2.3 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 nell'Allegato 3 al presente Capitolato (par.14.3) 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 contenenti 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 $\leq 0,45$ $k = 2,0$
- 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 $(cemento + k \times fs)$ 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 $\leq 300 \text{ kg/m}^3$;



- il rapporto $a/(c + k \times fs)$ 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 $(c + k \times fs)$ e del rapporto $a/(c + k \times fs)$ deve soddisfare il requisito: $fs/c \leq 0.11$

12.1.2.4 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 nell'Allegato 4 al presente Capitolato (par.14.4) 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 $k = 0,60$.

La **quantità massima di loppa d'altoforno macinata** che può essere considerata agli effetti del calcolo della quantità $(c + k \times ggbs)$ e del rapporto $a/(c + k \times ggbs)$ deve soddisfare il requisito:

- $ggbs/c \leq 1$

12.1.2.5 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.

12.1.3 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 D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. 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 nell'Allegato 5 al presente Capitolato (par. 14.5).

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/m³.

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 del D.M. 14/01/2008, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito (si veda nota del succitato Allegato 5 par. 14.5).

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.

12.1.4 Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003, secondo quanto sintetizzato nella tabella riportata nell'Allegato 6 al presente Capitolato (par.14.6).

12.1.5 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 11307:2008, 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. 7.3.5).

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. 7.3.3).

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 nell'Allegato 7 al presente Capitolato (par. 14.7).

12.1.6 Agenti espansivi non metallici

Per il confezionamento di **calcestruzzi a ritiro compensato** (vedi par. 6.2.1.3) 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.14.7); 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 ± 30 min 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 $> 200 \mu\text{m/m}$; 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 $55 \pm 5\%$), la norma non prevede dei limiti, che andranno



concordati con il produttore (si vedano par.13.3.11.6 e par. 6.2.1.3).

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 in Allegato 7 (par. 14.7).

12.2 Fibre

12.2.1 Fibre per uso strutturale

12.2.1.1 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 \geq 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 Allegato 8, par. 14.8, oltre che come riportato anche al successivo par. 2.2.1 per i calcestruzzi fibro-rinforzati.

12.3 Caratteristiche dei conglomerati cementizi

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 (D_{MAX}) 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 Tabella 2 riportata nel successivo par. 2.2).

In assenza di altro specifico riferimento, si considerino le seguenti limitazioni:

- D_{MAX} < copriferro
- D_{MAX} < interferro minimo – 5 mm
- D_{MAX} < ¼ della sezione minima della struttura

12.3.2 Lavorabilità

La **misura della lavorabilità** verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206 e UNI EN 206-9 (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 prospetto 11 della UNI EN 206 e nella UNI EN 206-9 per i calcestruzzi auto compattanti.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore della lavorabilità dovrà essere misurato



prima dell'immissione nella pompa.

12.3.3 Rapporto acqua/cemento

Il **quantitativo di acqua efficace** a_{eff} da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (a_{agg}): 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/m³) 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:

$$\left(\frac{a}{c} \right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$



nella quale vengono considerate le eventuali **aggiunte di tipo II** (vedi precedente par. 13.1.2) 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 benessere tecnico europeo) per m^3 di impasto;
- K_{II} : coefficiente di equivalenza della aggiunta minerale di tipo II desunti dalle norme UNI-EN 206 ed UNI 11104 (vedi precedenti par. 13.1.2.2, par. 13.1.2.3 e par. 13.1.2.4), ovvero da uno specifico benessere tecnico europeo

L'attuale panorama normativo non consente di valutare uno o più coefficienti K_{II} 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 della UNI EN 206 e nel prospetto 4 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 essiccazione 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 rese 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 successivo par. 5.1), 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.



12.3.4 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/m³ e 2.600 kg/m³.

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.

12.3.5 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 Tabella 2 riportata nel successivo par. 2.2, 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.

12.3.6 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.

12.3.7 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 successivi par. 7.3.3 e par. 7.3.4.

12.3.8 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 (§ 5.2.7 UNI EN 206).

Il totale dovrà essere conforme ai limiti definiti nel prospetto 10 della UNI EN 206.

12.3.9 Grado di compattazione

Il **grado di compattazione** g_c 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 $g_c > 0,97$ riferito a campioni di calcestruzzo saturi a superficie asciutta.

12.3.10 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.

12.3.11 Requisiti aggiuntivi

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 Tabella 2 sono quindi riportate nella Tabella 3 di cui al precedente par. 2.2.

12.3.11.1.1 *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.

12.3.11.1.2 *Resistenza a flessione*

La misura della **resistenza a flessione** su calcestruzzo verrà eseguita secondo UNI EN 12390/7, 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 precedente par. 6.2.1.3), la prova andrà eseguita anche su una coppia di travi intagliate in mezzzeria, secondo la procedura UNI 111039 o UNI EN 14651, con relativo calcolo degli indici di duttilità.

12.3.11.1.3 *Modulo elastico statico e dinamico*

Le misure del **modulo elastico** vengono eseguite 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** (E_s) su calcestruzzo verrà eseguita secondo la UNI 6556, 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** (E_d) 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:

$$E_d = v^2 \times M_v \times 0,83$$

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.

12.3.11.1.4 *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).

12.3.11.1.5 *Ritiro idraulico libero*

Il **ritiro igrometrico uniassiale** per calcestruzzi con diametro massimo fino a 30 mm viene misurato secondo la procedura UNI 11307 (metodo A assiale o metodo B superficiale), 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 compositivo, 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.

12.3.11.1.6 *Espansione contrastata*

L'**espansione contrastata** su calcestruzzi a ritiro compensato (vedi precedenti par 6.2.1.3 e par. 6.3.1.3) 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 $\geq 0 \mu\text{m/m}$.

12.3.11.1.7 *Permeabilità all'acqua*

La **permeabilità all'acqua** viene misurata secondo la UNI EN 12390-8, su provini stagionati in acqua per 28 giorni.

In accordo al §7.1 delle LL.GG. per il calcestruzzo strutturale, un calcestruzzo viene definito impermeabile quando la penetrazione massima dell'acqua è $\leq 50 \text{ mm}$ e quella media $\leq 20 \text{ mm}$.

12.3.11.1.8 *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 ($T_{\text{max}} \text{ cls}$);
- misura della differenza tra la temperatura del calcestruzzo fresco al momento del getto e la temperatura massima di picco, misurata nel nucleo della struttura ($\delta T_{1\text{max}}$);
- 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 ($\delta T_{2\text{max}}$);
- 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 ($\delta T_{3\text{max}}$).

L'Impresa dovrà definire, per ogni condizione di temperatura ambiente, modalità e tempi di cassetatura in modo che, fino alla rimozione dei casseri, siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- $T_{\text{max}} \leq 65^\circ\text{C}$
- $\delta T_{1\text{max}} < 50^\circ\text{C}$
- $\delta T_{2\text{max}} \leq 20^\circ\text{C}$
- $\delta T_{3\text{max}} \leq 20^\circ\text{C}$

Eventuali deroghe ai valori di $\delta T_{2\text{max}}$ e $\delta T_{3\text{max}}$, 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 ANAS 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 ANAS 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.2.2.1, 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 δT_{2max} e δT_{3max} , si rimanda al par.2.2.1.

12.4 Specificazione dei calcestruzzi proiettati

I **calcestruzzi proiettati** dovranno essere specificati come conglomerati a prestazione garantita, con riferimento alla classificazione riportata al precedente par. 2.2.1 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



12.5 Acciaio per c.a.: zincatura a caldo per immersione

Il **trattamento preliminare** comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento 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 1179/05, 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, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m² di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm ± 10%.

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.

13 ALLEGATI



13.1 ALLEGATO 1:

	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/ 2011				
A 1.1	Verifica documentazione:					
A 1.1.1	Verifica attestato conformità CE (compresi valori C3A, K ₂ O e Na ₂ O 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 1.2.3	solfati (UNI EN 196-2)		≤3% (+0,5)	Per CEM I SR, CEM IV/A SR e CEM IV/B SR classi 32.5N, 32.5R e 42.5R	R	X
			≤ 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 C ₃ A(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 196/8, 7gg UNI EN 196/9)	§ 7.2.3 UNI EN 197/1	≤270J/g (+30)	Per tutti i cementi		



Coordinamento Territoriale/Direzione
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2
IT.PRL.05.16 - Rev.1.0
Calcestruzzi e acciai per CA e CAP

***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:** prove ogni **500 ton** o ogni **1500mc cls** in corso d'opera. Ogni **3000 ton** o ogni **10.000mc cls** nel caso di consegna mensile dell'attestato di conformità del cementificio riportante i risultati dei controlli di produzione del mese precedente ed i parametri statistici sugli ultimi 6 mesi di produzione. Rimane facoltà del DL richiedere ulteriori verifiche e diverse frequenze rispetto a quelle indicate in Tabella A.1 in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.



13.2 ALLEGATO 2: CONTROLLI SULLE CENERI VOLANTI

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFICA*	CONTROLLO FASE ACCETTAZ.**
		NORMA	VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore)		
A2	Ceneri volanti				
A 2.1	Verifica documentazione:	UNI EN 450-1/ 2012			
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 206-1/ 2006 Fpr EN 206/1- 2013 +§4.2 UNI 11104	con CEM I: $cv/c \leq 0,33$; $k=0,4$ con CEM II/A, $cv/c \leq 0,25$; $k= 0,2$ con CEM III/A, CEM IV/A e CEM V/A $cv/c \leq 0,20$ (indicaz. CSA) $(c + k \times cv) \geq \text{cem min.}$ Classi esp. UNI 11104 $a/(c + k \times cv) \leq a/c \text{ max.}$ Classi esp. UNI 11104	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 $\leq 5\%$ - tolleranza +2% Cat. B $\leq 7\%$ - tolleranza +2% Cat. C $\leq 9\%$ - tolleranza +2%	R	X
A 2.2.3	Cl ⁻ (cloruri) (UNI EN 196/2)		$\leq 0,1\%$	R	X
A 2.2.4	SO ₃ (anidride solforica) (UNI EN 196/2)		$\leq 3\%$ - tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.5	ossido di calcio libero (UNI EN 451-1)		$\leq 1,5\%$ 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)		$\leq 10\%$ - tolleranza +1%		
A 2.2.7	Ossido di silicio reattivo (UNI EN 197-1)		$\geq 25\%$		
A 2.2.8	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (UNI EN 196-2)		$\geq 70\%$ - tolleranza -5%		
A 2.2.9	Na ₂ O eq (UNI EN 196-2)		$\leq 5\%$ - tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.10	MgO (UNI EN 196-2)		$\leq 4\%$...		
A 2.2.11	P ₂ O ₅ tot ISO 29581-2 e P ₂ O ₅ solubile (Annesso C EN 450-1)		$\leq 5\%$ - tolleranza +0,5% $\leq 100\text{mg/kg}$		
A 2.2.12	stabilità volumetrica 30% cv+70%cem rif. (UNI EN 196-3)		$\leq 10\text{ mm}$ - 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 $\leq 40\%$ - tolleranza +5% e valore dich. $\pm 10\%$ Cat. S $\leq 12\%$ - tolleranza +1%		
A 2.3.2	massa volumica reale (UNI EN 1097-7)		valore medio dichiarato $\pm 200\text{ kg/m}^3$, tolleranza $\pm 5\%$	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 $\geq 75\%$ - tolleranza -5%	R	X
			A 90gg $\geq 85\%$ - tolleranza -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.



13.3 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				
A3.1	Verifica documentazione:	UNI EN 13263-1/2009			
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 206-1/2006 Fpr EN 206-1-2013 +§4.2 UNI 11104	k =2 con CEM I e CEM II (esclusi cem già contenenti fs) 42.5N o R (=1 per alc >0,45 in cl.esp.XC e XF) fs ≤ 0,11 cem conteggiabile in k × fs (c + k × fs) ≥ cemmin. Classi esp. UNI 11104 a/(c + k × fs) ≤ a/c max. Classi esp. UNI 11104 riduzione cem min. clsesp. ≤ 30kg/mc	X	X
A 3.2	Verifica requisiti chimici	§ 5.2 UNI EN 13263-1			
A 3.2.1	SiO ₂ (UNI EN 196-2)		≥ 85% per fs classe 1 (-5%) ≥ 80% per fs classe 2 (-5%)		
A 3.2.2	Si elementale(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, SO ₄ ⁻ (UNI EN 196-2)		≤ 2%	R	X
A 3.2.5	Alcali tot, Na ₂ O 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 malta 10% 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 A2. 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.



13.4 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				
A 2.1	Verifica documentazione:	UNI EN 15167-1/ 2006			
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	§5.2.5.2.4 Fpr EN 206/1- 2013	con CEM I e CEM II/A: ggbs/c ≤ 1 ; $k=0,60$ (c + k × ggbs) \geq cem min. Classi esp. UNI 11104 $a/(c + k \times ggbs) \leq a/c$ max. Classi esp. UNI 11104	X	X
A 2.2	Verifica dei requisiti chimici:	§ 5 e 8 EN 450-1			
A 2.2.1	perdita al fuoco (1 ora EN 196-2)		$\leq 3\%$ - tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.2	Cl ⁻ (cloruri) (UNI EN 196/2)		$\leq 0,1\%$; se superiore \leq valore dichiarato	R	X
A 2.2.3	SO ₃ (anidride solforica) (UNI EN 196/2)		$\leq 2,5\%$ - tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.4	Solfiti, H ₂ S (UNI EN 196/2)		$\leq 2,0\%$ - tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.5	MgO (UNI EN 196-2)		$\leq 18\%$ tolleranza +1%		
A 2.2.6	SiO ₂ +MgO+CaO(UNI EN 196-2) Al ₂ O ₃ + comp. minori (UNI EN 196-2)		$\geq 2/3$ in massa Rimanente $\leq 1/3$ in massa		
A 2.2.7	(Cao+MgO)/SiO ₂ (UNI EN 196-2)		$\geq 1\%$	R	X
A 2.2.9	Na ₂ O eq (UNI EN 196-2)		\leq valore dich %- tolleranza +0,5%	R	X
A 2.2.9	Umidità (Annesso A UNI EN 15167)		$\leq 1\%$ - tolleranza +0,5%	R	X
A 2.3	Verifica dei requisiti fisici e meccanici:				
A 2.3.1	finezza blaine (UNI EN 196-6)		>275 m ² /kg, tolleranza -15 m ² /kg		
A 2.3.2	massa volumica reale (UNI EN 1097-7)		valore medio dichiarato	R	X
A 2.3.3	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 2.3.4	indice di attività pozzolanica 50% cv+50%cem rif.(UNI EN 196/1)		a 7gg $\geq 45\%$ - tolleranza -5% A 28gg $\geq 70\%$ - 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.2.1.

**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 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.



13.5 ALLEGATO 5: CONTROLLI SUGLI AGGREGATI PER CACESTRUZZO

Esclusi gli aggregati leggeri marcati CE secondo norma UNI EN 13055 (in redazione ALLEGATO 5bis)

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF. E QUALIFICA*	CONTROLLO FASE ACCETTAZ.**
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI (toleranze singoli valori)		
A5	Aggregati				
A 5.1	Verifica documentazione				
A 5.1.1	Verifica attestato conformità CE	UNI EN 12620/ 2013 + UNI 8520/2-2005	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 5.2.1	esame petrografico (UNI EN 932/3)	§4.3 e prosp. 1 UNI 8520-2	assenza di gesso e anidride (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 cristallini, silicati instabili o composti ferro per scorie metallurgiche.	R	X (solo alla prima fornitura)
A 5.2.2	potenziale reattività in presenza di alcali (8520/22)		espansione di prismi di malta: prova accelerata $\leq 0,10\%$; se $>0,10\%$ eseguire prova a lungo termine; prova a lungo termine $\leq 0,05$ a 3 mesi e $\leq 0,10\%$ 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 solfati solubili in acqua (p.to UNI EN 1744/1)	§ 6.4.3 EN 12620	Solo per aggregati riciclati		
A 5.2.4	contenuti di solfati solubili in acido (p.to 12 UNI EN 1744/1)	prosp. 5 e 7 UNI 8520-2	$SO_3 \leq 0,8\%$ per aggregati fini e filler $SO_3 \leq 0,2\%$ per aggregati grossi	R	X
A 5.2.5	contenuto totale di zolfo (nel caso di presenza di solfuri ossidabili) (p.to 11 UNI EN 1744/1)		$S \leq 1\%$ per aggregati naturali e filler $S \leq 2\%$ per loppe altoforno $\leq 0,1\%$		
A 5.2.6	contenuto di cloruri solubili in acqua (p.to 7 UNI EN 1744/1)		$\leq 0,03\%$ (valore raccomandato salvo diversa verifica contenuto totale cloruri nel cls conforme a prosp. 10 UNI EN 206/1)	R	X
A 5.2.7	contenuto di parti leggere e vegetali (p.to 14.2 UNI EN 1744/1)		Aggr. fini $\leq 0,5\%$ Aggr. grossi $\leq 0,1\%$ 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		Per aggregati e filler		
a	contenuto di sostanze organiche (umica) (p.to 15.1 UNI EN 1744/1)	prosp. 5 e 7 UNI 8520-2 + § 6.7.1 EN 12620	Colore della soluzione non più scuro dello standard di riferimento	R	X
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 $\leq 120'$ Riduzione Rc a 28gg rispetto a malta riferimento $\leq 20\%$		
A 5.2.9	Disintegrazione del silicato di calcio e del ferro (p.to 14.2 UNI EN 1744/1)	§ 6.7.2 EN 12620	Solo per aggregati da loppe d'altoforno: disintegrazione assente	R	X



	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF. E QUALIFICA*	CONTROLLO FASE ACCETTAZ.**
A 5.3	Verifica requisiti fisici				
A 5.3.1	massa volumica media del granulo saturo a superficie asciutta (UNI EN 1097-6)	prosp. 4 e 7 UNI 8520-2	$\geq 2300 \text{ kg/m}^3$ Per filler $\geq 2000 \text{ kg/m}^3$	R	X
A 5.3.2	assorbimento d'acqua (UNI EN 1097-6)	prosp. 4 UNI 8520-2	$\leq 4\%$ (limite capitolato) Se $\geq 1\%$ con classi di esposizione XF deve essere verificata resist. gelo (p.to ...)	R	X
A 5.3.3	Granulometria (UNI EN 933/2)	§ 4 e prosp. 7 UNI 8520-2	categorie prosp. 2,3,5,6 UNI EN 12620 (toleranze prosp. 3,4,7)	R	X***
A 5.3.4	Contenuto in polveri: passante al vaglio 63 μm (UNI EN 933/2)		Sabbia o misto non frantum. $\leq 3\%$ Sabbia frantum.da depositi alluvion. $\leq 10\%$ Sabbia frantum.da roccia $\leq 16\%$ Aggr. grossi non frantum. $\leq 1,5\%$ Aggr. grossi frantum. $\leq 4\%$	R	X***
A 5.3.5	Equivalente in sabbia, SE su fraz. $\leq 4\text{mm}$ (EN 933/8)	UNI 8520/2 UNI	Solo in caso di superamento dei limiti del passante a 63 μm ≥ 80 per aggregati non frantumati ≥ 70 per aggregati frantumati	R (se pass. 63 μm oltre i limiti)	X (se pass. 63 μm oltre i limiti)
A 5.3.6	Valore di blu di metilene, MB su fraz. $\leq 2\text{mm}$ (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 $\leq 1,2 \text{ g/kg}$, Per i filler $\leq 12 \text{ g/kg}$,	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.6 8520/2	Solo in caso di non conformità ai limiti de SE ed MB $R_c 28\text{gg} \geq 85\% R_c$ con aggregato noto $E_s 28\text{gg} \geq 90\% E_s$ con aggregato noto		
Prove aggiuntive per particolari utilizzi					
A 5.3.8	Resistenza alla frammentazione aggregati grossi (UNI EN 1097/2)	Prosp.6 8520/2	dichiarata secondo le categorie del prospetto 16 della EN 12620 (per cls R_{ck} $\geq C50/60$, $LA \leq LA_{30}$)	R (per $R_{ck} \geq$ 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 dei prospetti 29 e 30 della EN 12620; Per cls in classe XF perdita massa $\leq 2\%$ ($\leq F2$ o F_{EC2})	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 27 Della EN 12620 Richiesta per cls in classe XF: perdita di massa $\leq 25\%$ ($\leq MS 25$)		
A 5.3.11	indici di forma (SI) e di appiattimento (FI) per aggregati grossi (UNI EN 933/3-4)	§ 4.8 8520/2	valori da dichiarare secondo prospetti 11 e 12 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 per (influenti su lavorabilità cls)		
A 5.3.13	Resistenza alla levigabilità e abrasione (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 del prospetti 19,20 e 21 della EN 12620		



Coordinamento Territoriale/Direzione
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2
IT.PRL.05.16 - Rev.1.0
Calcestruzzi e acciai per CA e CAP

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 prospetti 18 della 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, DM 14- 01-2008. 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.



13.6 ALLEGATO 6: CONTROLLI SU ACQUA D'IMPASTO PER CALCESTRUZZO

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	RIFERIMENTI		CONTROLLI PR EQUAL. E QUALIFICA*	CONTROLLO FASE ACCETTAZ.**	
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI (toleranze singoli valori)			
A 6	Acqua d'impasto	UNI EN 1008-2003				
A 6.1	Verifica fonte di approvvigionamento e certificazione	§3 UNI EN 1008-2003	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 § 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 (§ A.5 App. A4, procedura di misura da specificare in manuale FPC es.)	§ A.4.3 app. A4)	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 UNI EN 1008	Na ₂ O eq.≤ 1500 mg/litro	X	X	
A 6.3.4	Zuccheri	Prosp. 3 UNI EN 1008	≤ 100 mg/litro	X	X	
A 6.3.5	Fosfati, P ₂ O 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					



Coordinamento Territoriale/Direzione
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2
IT.PRL.05.16 - Rev.1.0
Calcestruzzi e acciai per CA e CAP

	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.



13.7 ALLEGATO 7: CONTROLLI SU ADDITIVI ED AGENTI ESPANSIVI

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	RIFERIMENTI		CONTROLLI PR EQUAL. E QUALIFICA*	CONTROLLO FASE ACCETTAZ.**
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI (toleranze singoli valori)		
A 7a	Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione: per calcestruzzi per malte iniezioni cavi precomp. Per cls proiettato	UNI EN 934/1 '08 requisiti comuni 934/2 '12 *** 934/4 '09 934/5 '08			
A 7a.1	Verifica documenti				
A 7a.1.1	Verifica attestato conformità CE		Attestazione sistema 2+secondo 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 dichiarato produttore		
A 7a.2.7	Alcali Na ₂ O 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 § 2.7NTC sez. 2 - CSA	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, in acqua satura di calce)		a 7gg ≥ 200µm/m; a 28gg ≥ esp. 7gg	X	
	(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



	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	RIFERIMENTI		CONTROLLI REQUAL. E QUALIFICA*	CONTROLLO FASE ACCETTAZ. **
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI (tolleranze singoli valori)		
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 12390/8)		Verifica variazioni R _c 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 in Allegato 9 o al §7.5 delle NTC del CSA per i calcestruzzi proiettati ovvero al § 9.9 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/fluidificanti (Prosp. 2), riduttori di acqua ad alta efficacia/superfluidificanti (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/fluidificanti +ritardanti di presa (Prosp. 10), riduttori di acqua/fluidificanti +acceleranti di presa (Prosp. 12), riduttori di acqua ad alta efficacia/superfluidificanti +ritardanti di presa (Prosp. 11.1 e 11.2),



13.8 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 (metalliche)			
A8a.1	Verifica documentazione:				
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 p.to A 8.3.2	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 mm	R	
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/D _{eq})		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 superfluidificanti	Vedi verifiche Allegato 9	
A 8a.3.2	Effetto sulla resistenza a flessione residua su travi intagliate e caricate in mezzera (EN 14845-2, EN 14651)	§ 5.8 UNI EN 14889-1	Dosaggio di fibre dichiarato necessario a raggiungere R _f = 1,5MPa con CMOD =0,5mm e R _f =1,0MPa per CMOD=3,5mm su cls di riferimento EN 14845-1	Vedi verifiche Allegato 9	

***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 riferimento UNI EN 14845-1 rimandando direttamente al IE verifiche dei calcestruzzi fibrorinforzati da progetto definite in Allegato 9 ai punti A.9.2.5 e 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.



	DESCRIZIONE CONTROLLO	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQ. E QUALIFICA *	CONTROLLO FASE ACCETTAZ **
		NORMA	VALORE CARATTERISTICO (tolleranza su singolo valore)		
A8b	Fibre polimeriche per calcestruzzo				
A 8b.1	Verifica documentazione:				
A 8b.1.1	Verifica attestato conformità CE	UNI EN 14889-2 (polimer.)	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 p.to A 8.3.2	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 macrofibre per incremento della resistenza residua a flessione		
A 8b.2.2	Lunghezza	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/D _{eq})		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 (ISO 2062 , EN 10002-1)	§5.4 UNI EN 14889-1	Valore dichiarato		
A 8a.2.7	modulo elastico (EN 10002-1 +§5.3 EN 14889-1)	§5.5 UNI EN 14889-1	Valore dichiarato		
A 8b.2.8	Punto di fusione e combustione (ISO 11357-3)	§5.6 UNI EN 14889-1	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)		Variazione dichiarata della lavorabilità rispetto a cls di riferimento EN 14845-1 con un dosaggio di fibre in grado di garantire la prestazione A 3.3.1 ed eventuali aggiunte di superfluidificanti	Vedi verifiche Allegato 9	
A 8b.3.2	Effetto sulla resistenza a flessione residua su travi intagliate e caricate in mezzzeria (EN 14845-2, EN 14651)		Dosaggio di fibre dichiarato necessario a raggiungere R _f = 1,5MPa con CMOD =0,47mm e R _f =1,0MPa per CMOD=3,5mm su cls di riferimento EN 14845-1	Vedi verifiche Allegato 9	



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.16 - Rev.1.0
Calcestruzzi e acciai per CA e CAP

***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 riferimento UNI EN 14845-1 rimandando direttamente alle verifiche dei calcestruzzi fibrorinforzati da progetto definite in Allego 9 ai punti A.9.2.5 e 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.8b in caso di particolari criticità della fornitura e dell'opera.



	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 932/1)	CSA; § 4.4.UNI 8520-2	La miscela deve essere costituita da almeno tre classi granulometriche diverse o due classi in caso di $D_{max} \leq 10\text{mm}$	X	X	
A.9.2.2	D_{max} aggregato (UNI EN 932/1)	§ 3.1 CSA;	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 dichiarati in ricetta nominale (§ 5.3, §5.2.5.UNI EN 206-1)	CSA; prosp 4. UNI 11104	Verifica conformità a classe esposizione di progetto	X	X	Prima fornitura
b	Verifica con report pesate, misura umidità aggregati e rese impianti (§ 5.4.2 UNI EN 206-1)	CSA	Verifica conformità a classe esposizione di progetto e a valori nominali dichiarati	X (a/c = a/c nomin. $\pm 0,02\%$)	X (a/c = a/c prequal. $\pm 0,03\%$)	
c	Verifica con misura acqua totale per bruciatura cls (UNI 11201)	§ 3.4 NTC sez. 2 -CSA		X (a/c = a/c nomin. $\pm 0,02\%$)	X (a/c= a/c prequal. $\pm 0,03\%$)	Prima fornitura e ogni 1500 mc di cls fornito (a/c= a/c qualifica $\pm 0,03\%$)
A.9.2.4	Contenuto di cloruri (§5.2.7 UNI EN 206-1: calcolo somma contributi dei vari componenti)	§ 3.3 NTC sez. 2 –CSA § prosp. 10 UNI EN 206-1	% rispetto a dosaggio cemento: $\leq 1\%$ per cls normale (non armato) $\leq 0,4\%$ per c.a. ($\leq 0,2\%$ se richiesto) $\leq 0,2\%$ per c.a.p. ($\leq 0,1\%$ se richiesto)	X	X	riverifica nel caso di rilevato aumento del contenuto di cloruri nei materiali componenti



	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF.*	CONTROLLO FASE QUALIFICA**	CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE***
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI			
A 9.3	Verifiche prestazioni principali					
A.9.3.1	Campionamento (UNI EN 12350/1)				X	
A.9.3.2	Temperatura aria e cls (§ 3.4 NTC sez. 2 –CSA, precisione ≥1°C)	§ 8.4.1 e 8.4.2 NTC sez. 2 –CSA	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	
A.9.3.3	Classe di consistenza per cls da asciutti a superfluidi (UNI EN 12350 /2 slump /3 tempo Vebè /5 spandimento)	§ 4.2.1 UNI EN 206-1 (§ Tab 6-9 Fpr EN 206 lug 2013)§ 3.3 e Tab II NTC sez. 2 -CSA; (salvo specifiche indicazioni di progetto, previste classi consistenza≥S4 con mantenimento per 60')	Prosp. 3 UNI EN 206-1: S1: 1-4 cm S2: 5-9 cm S3: 10-15 cm S4: 16-20 cm S5: 21-25 cm (oltre 25cm passare a misura spandimento)	Prosp. 6 UNI EN 206-1: FB1: ≤ 34 cm FB2: 35-41 cm FB3: 42-48 cm FB4:49-55 cm FB5: 56-62 cm FB6: ≥ 63 cm	X (verifiche a fine miscelazione a 0'-30'-60', se previsto 90' e 120'	
			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 206-9 (§ 4.2.1 e Tab 6-9 Fpr EN 206 lug 2013)	Slump-flow(D _{max} ≤ 40mm): SF1: 550-650mm (±50mm) SF2: 660-750mm (±50mm) SF3: 750-850mm(±50mm) Tempo spandimento 500mm VS1: < 2 sec; VS2: ≥ 2 sec (±1sec)			
	(EN 12350/9 Prova del tempo di efflusso-V Funnel)	§ 3.3 e Tab II NTC sez. 2 -CSA	Tempo svuotamento (D _{max} ≤ 22,4mm): VF1: < 9(±3) sec; VF2: 9-25 (±5)sec		se previsto in specifico progetto	se previsto in specifico progetto
	(EN 12350/10 Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L)		H _{finale} /H _{iniziale} : 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: (D _{max} ≤ 40mm): PJ1< 10mm con 12 barre PJ2 < 10mm con 16 barre			



	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF.*	CONTROLLO FASE QUALIFICA**	CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE***
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI			
A.9.3.5	Omogeneità e segregabilità, (S5: UNI EN 12350/5) (SCC:UNI EN 12350/8)	§ 3.3 NTC sez. 2 -CSA	confronto spandimento 0' e 60' (oltre se richiesto): valutazione visiva assenza segregazione (frazione grossa al centro e boiaccia 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' (P ₁) e 60' (P ₂): (P ₁ -P ₂) ≤ 0,15 (P ₁ +P ₂)/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)	§ 3.7 NTC sez. 2 -CSA	≤ 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)	§ 3.11 NTC sez. 2 -CSA	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)	§ 3.5 NTC sez. 2 -CSA	± 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)	§ 3.6 NTC sez. 2 -CSA	≤ 2,5% per cls ordinari Per cls resistenti ai cicli di gelo-disgelo: 8% ± 1% per D _{max} fino a 10 mm 6% ± 1% per D _{max} tra 10 e 20 mm 5% ± 1% per D _{max} 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 12390/6)	§ 5.5.2 UNI EN 206-1 § 3.5 NTC sez. 2 -CSA	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.9.3.1 0	Resistenza a compressione (UNI EN 12390/3) su cubi lato 15cm (20cm per D _{max} > 40mm)	§ 4.3.1, § 8.2.1, App. A UNI EN 206-1 § da 11.2.1 a 11.2.6 DM 14-01-2008 § 3.2, §5, §6 NTC sez. 2 -CSA	Variabile con la fase di controllo			
	R _{cm} 2-7-14gg o altre su specifica richiesta per curva resistenza nel tempo			X	R _{cm} = R _{cm<pre>qual</pre>} · ±10% (solo su una miscela delle tre)	Se previste, secondo frequenze specifico progetto
	R _{ck} a 28gg			R _{imin} ≥ R _{ck} R _{cm} ≥ R _{ck} + k (k= 2*sqm = 6-12, 12 se n.d.)	R _{cm} = R _{cm<pre>qual</pre>} · ±10%	Prove e frequenze secondo DM 14/01/01 (vedi nota ***) Per cls non strutturale 1 prelievo (2 cubetti)/500 mc di getto



	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF.*	CONTROLLO FASE QUALIFICA**	CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE***
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI			
A 9.4	Verifiche prestazioni aggiuntive § 3.12 NTC sez. 2 -CSA	Tab. III e cap. 7 NTC sez. 2 -CSA	Prove raccomandabili a seconda delle varie tipologie di cls indicate in Tab. III o al cap. 7 cls speciali delle NTC sez. 2 -CSA o per specifiche prescrizioni di progetto			
A 9.4.1	Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390/6)	§ 3.12.1 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.2	Resistenza a flessione (UNI EN 12390/7)	§ 3.12.2 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.3	Resistenza a flessione e duttilità clsfibrorinforzati (UNI EN 12390/7, UNI 111039, UNI EN 14641)	§ 3.12.2 e §7.3 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista		(sempre per clsfibrorinforzati §7.3)	Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.4	Modulo elastico dinamico e statico (UNI EN 12504/4,UNI 6556)	§ 3.12.3 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.5	Deformazione viscosa (UNI EN 12390/6)	§ 3.12.4 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.6	Ritiro idraulico libero (UNI 11307)	§ 3.12.5 NTC sez. 2 –CSA	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)	§ 3.12.6 NTC sez. 2 –CSA	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. §7.2)	Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.8	Permeabilità all'acqua: (UNI EN 12390/8)	§ 3.12.7 NTC sez. 2 –CSA §7.1 LL.GG. cls strutturale	Per le varie classi esp.: valore max ≤ 50 mm valore medio ≤ 20 mm			Secondo prescrizioni specifico progetto
A 9.4.9	Gradiente termico (§ 3.12.8 NTC sez. 2 –CSA	§ 3.12.8 e § 7.1 NTC sez. 2 –CSA	Per calcestruzzi destinati a getti massivi § 7.1 NTC sez. 2 CSA o in condizioni ambientali con elevato gradiente termico			Secondo prescrizioni specifico progetto 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-e prosp. 4 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.			



	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF.*	CONTROLLO FASE QUALIFICA**	CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE***
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI			
A.9.5	Verifiche calcestruzzo in opera	§ 6.3 NTC sez. 2 –CSA § 11.2.6 NTC DM 14-1-'08 e § C.11.2.6 Circ. esplic. n° 617 del 2/2/'09			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 12390/6)	§ 3.10 NTC sez. 2 –CSA	valutato su media 2 di carote s.s.a. rispetto a media provini stagionati UR>95% o in acqua del corrispondente getto. Mv cls in opera/ Mv provini $\geq 0,97$			Con frequenza previste da progetto o in caso di dubbio
A.9.4.2	Misura Rc su carote (UNI EN 12504/1 UNI EN 12390/3)	§ 11.2.6 NTC DM 14-1-'08 e § C.11.2.6 Circ. esplic. n° 617 del 2/2/'09	Valutazione $R_{ckstrutt.} \geq 0,85 R_{ckprog.}$			Almeno 3 carote ogni 300mq per piano e per tipo di calcestruzzo
A.9.4.3	Indagini ultrasoniche (UNI EN 12504/4)		Valutazione comparativa disomogeneità calcestruzzo; Valutazione $R_{ckstrutt.} \geq 0,85 R_{ckprog.}$ (solo previa taratura della prova su almeno 3 punti di carotaggio e preferibilmente in combinazione con misura ultrasoniche secondo metodo SON-REB)			Con N° carote ≥ 15 , $f_{ckstrutt.} = \min$ tra $f_{cmstrutt-4}$ $f_{cmstrutt+1,48}$ s.q.m.
A.9.4.4	Indagini sclerometriche (UNI EN 12504/4)					Per N° carote < 15 , $f_{ckstrutt.} = \min$ tra $f_{cmstrutt-4}$ $f_{cmstrutt+K}$ con K=5 per 10-14 carote K=6 per 7-9 carote K=7 per 3-6 carote
A.9.4.4	Estrazione tasselli post- inseriti, Pull-out (UNI EN 12504/3)		Valutazione comparativa disomogeneità calcestruzzo; Valutazione $R_{ckstrutt.} \geq 0,85 R_{ckprog.}$ (solo previa taratura della prova su almeno 3 punti di carotaggio)			Per passare dai valori cilindrici di f_{ck} ($h/2=2$) a quelli cubici di R_{ck} ($h/d=1$), i valori delle formule sopra riportati vanno divisi per 0,83. Per raggiungere il numero di minimo di risultati necessari per l'applicazione delle varie formule, possono essere sostituite al massimo la metà dei carotaggi con almeno
						il triplo delle misure non distruttive tarate 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 206/1 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 §7 se non rientranti nell'ordinaria produzione dell'impianto. In ogni caso dovrà essere fornito un Dossier di prequalifica contenente le informazioni di cui al § 5.1.1 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 del DM 14-01-2008:

- **tipo A** (solo per getti di miscela omogenea inferiori ai 1500 m³) su serie di 3 prelievi di coppie di provini (6 provini): $R_{cm} \geq R_{ckprog} + 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$; $R_{cmin} \geq R_{ckprog} - 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
- **tipo B** su serie di 15 prelievi di coppie di provini (30 provini): $R_{cm} \geq R_{ckprog} + 1,48 * s.q.m.$; $R_{cmin} \geq R_{ckprog} - 3.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

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.



Coordinamento Territoriale/Direzione
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2
IT.PRL.05.16 - Rev.1.0
Calcestruzzi e acciai per CA e CAP

13.10 ALLEGATO 10

TABELLA A10.1: Sintesi requisiti prestazionali per prodotti di riparazione strutturali (Classi R3 ed R4 UNI EN 1504/3)

VEDI:

Capitolato Speciale d'Appalto

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

Ripristino Ponti e Viadotti

i



Coordinamento Territoriale/Direzione
CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2
IT.PRL.05.16 - Rev.1.0
Calcestruzzi e acciai per CA e CAP

Calcestruzzi e acciai per CA e CAP

Tabella A10.2: Sintesi requisiti prestazionali per prodotti rivestimento superficiale (UNI EN 1504-2, tipo rivestimento con requisiti di protezione contro i rischi di penetrazione prosp. ZA.1d)

(1/2)

Tabella A10.3: Sintesi requisiti prestazionali aggiuntivi rispetto a prospetto A9 per calcestruzzi da ripristino strutturale con prove qualifica certificate(1/2)

	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF.*	CONTROLLO FASE QUALIFICA**	CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE***
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI			
A10.3	Calcestruzzo per ripristini strutturali					
A 10.3.1	Verifica documenti					
.1	Certificazione impianto			X	X	Prima fornitura
.2	Disponibilità dossier prequalifica e/o qualifica			X	X	Prima fornitura
A 10.3.2	Verifiche composizionali	Uguale a serie A.9. 2 in Allegato 9 per cls ordinari				
A 10.3.3	Verifiche prestazioni principali	Uguale a serie A.9.3 in Allegato 9 per cls ordinari				
A 10.3.4	Verifiche prestazioni aggiuntive	cap. 8.2 NTC sez. 2 –CSA				
.1	Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390/6)	§ 3.12.1 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista	X	X	Secondo prescrizioni specifico progetto
.2	Resistenza a flessione (UNI EN 12390/7)	§ 3.12.2 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista		X	Secondo prescrizioni specifico progetto
.3	Resistenza a flessione e duttilità cls fibrorinforzati (UNI EN 12390/7, UNI 111039, UNI EN 14641)	§ 3.12.2 e §7.3 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista		X (per cls fibrorinforzati §7.3)	Secondo prescrizioni specifico progetto
.4	Modulo elastico dinamico e statico (UNI EN 12504/4,UNI 6556)	§ 3.12.3 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista		X	Secondo prescrizioni specifico progetto
.5	Ritiro idraulico libero (UNI 11307)	§ 3.12.5 NTC sez. 2 –CSA	Valori da verificare con quanto previsto dal progettista	X	X	Secondo prescrizioni specifico progetto
.6	Ritiro idraulico/espansione contrastata (UNI 8148 met. B)	§ 3.12.6 NTC sez. 2 –CSA	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	X	X	Secondo prescrizioni specifico progetto



A10.3: Sintesi requisiti prestazionali aggiuntivi rispetto a prospetto A9 per calcestruzzi da ripristino strutturale con prove qualifica certificate (2/2)

Tabella	DESCRIZIONE CONTROLLO (norma)	LIMITI DI ACCETTABILITA'		CONTROLLO FASE PREQUALIF.*	CONTROLLO FASE QUALIFICA**	CONTROLLO FASE ACCETTAZIONE***
		NORMA	VALORI CARATTERISTICI			
A 10.3.4	Verifiche prestazioni aggiuntive	cap. 8.2 NTC sez. 2 –CSA				
.7	Permeabilità all'acqua: (UNI EN 12390/8)	§ 3.12.7 NTC sez. 2 –CSA §7.1 LL.GG. cls strutturale	Per classi esp. con $\alpha/c \leq 0,55$: valore max ≤ 50 mm valore medio ≤ 20 mm	X	X	Secondo prescrizioni specifico progetto
.8	Resistenza ai cicli di gelo disgelo (UNI CEN/TS 12390-9)	Nota a) prosp. F1 UNI EN 206-e prosp. 4 UNI 11104	Per calcestruzzi in classi XF: Rc dopo cicli Rc resistenza cicli Prova non necessaria qualora vengano soddisfatti i requisiti di aria inglobata. 8% \pm 1% per D _{max} fino a 10 mm 6% \pm 1% per D _{max} tra 10 e 20 mm 5% \pm 1% per D _{max} oltre 20 mm			
.9	Resistenza alla carbonatazione (UNI EN 13295) su provini 10x10x10cm di cls da certificare e di cls di riferimento tipo MC (0,45) EN 1766		d _K \leq cls di controllo MC(0.45)			
.10	Permeabilità ai cloruri: Coefficiente diffusione in regime non stazionario (Dss) su provini esposti 90gg in soluzione NaCl (UNI CEN/TS 12390-11)		Solo per cls in classe esp XS o XD : Dss (m²/s¹): limite raccomandato da definire in base alla vita utile di progetto (t) e al copriferro (x) previsto secondo l'equazione $x = \sqrt{Dss \cdot t}$			

* 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 206/1 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 corrispondente non compresi nella produzione ordinaria dell'impianto. In ogni caso dovrà essere fornito un Dossier di prequalifica contenente le informazioni di cui al § 5.1.1 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.**



Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3)

Caratteristica	Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-5A9 EN 1504-10)	Norma riferimento	Frequenza prova o osservazione	Esecuzione controllo	Limiti 5A9 EN 1504-10
Verifica delle condizioni del supporto prima e /o dopo la preparazione					
Delaminazione superficie substrato Coordinamento Tecnico Direzione	Prova di trazione indiretta con martello		Una volta prima dell'applicazione	SI	
Resistenza a trazione superficiale del supporto	Prova di trazione diretta (Pull-off)	EN 1542	Prima dell'applicazione: esame dei risultati di precedenti indagini diagnostiche -conoscitive o definizione di un piano d'indagine da concordare con ANAS con localizzazione della posizione e del numero dei punti di verifica	SI	
Profondità carbonatazione	Prova di trazione indiretta con martello	EN 14630		SI	
Profondità penetrazione di cloruri	Prova di trazione indiretta con martello	EN 14629		In caso di ambiente XS, XS, XF2/4, XA	
Penetrazione di altri contaminanti	Campionamento a varie profondità ed analisi in laboratorio	Da definire in base al tipo di contaminante		In caso di ambiente XA	(1/4)
Pulizia substrato	Osservazione visiva di asciugamento		Dopo la preparazione e immediatamente prima dell'applicazione	SI	
Irregolarità superficie	Ispezione visiva e misure con squadra acciaio		Prima dell'applicazione	Solo per metodo rivestimento superf.	
Ruvidità	Ispezione visiva o metodo superf. Sabbia o profilometro	§ 7.2 EN 1766 EN ISO 3274 EN ISO 4288	Prima dell'applicazione	SI	
Tenore di umidità del supporto	Ispezione visiva		Prima e durante l'applicazione	SI	
	campionamento in opera ed essiccazione in laboratorio o prove resistività o sonde umidità o igrometro a carburo	UNI 10329 §6.2 UNI 10329 §6.1		Solo rivestimenti superficiali che richiedano umidità inferiori ad un certo limite	
Temperatura supporto	Misura con termometro da superf. accuratezza 1°C		Per tutta la durata dell'applicazione	SI	5°C-30°C
Vibrazioni	Misura con accelerometro		Prima e durante l'applicazione dell'applicazione	SI	Inferiori ai carichi dinamici accettati dai prodotti



Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3) (2/4)

Caratteristica	Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-5A9 EN 1504-10)	Norma riferimento	Frequenza prova o osservazione	Esecuzione controllo	Limiti 5A9 EN 1504-10
Accettazione dei prodotti e dei sistemi					
Identità dei prodotti applicati	Verifica certificazione di prodotto o di prove qualifica, schede tecniche e DDT	EN 1504/8 per malte prem. § 5.1.2 e Tab. A10.2 per cls (acqua EN 1008)	A ogni fornitura prima dell'utilizzo	SI	
Condizioni e requisiti prima e/o durante l'applicazione					
Temperatura ambiente	Termometro accuratezza 1°C		Per tutta la durata dell'applicazione	SI	
Umidità ambiente e punto di rugiada	Igrometro e termometro accuratezza 0,5°C (vedi tabella 5A.92 EN 1504/10)	ISO 4677-1,2	Per tutta la durata dell'applicazione	Solo per metodo rivestimento superf. se il tipo di prodotto lo richiede	Dipende da materiale ma preferibile evitare applicazioni a temperature minore di 3°C sopra punto di rugiada
Precipitazioni	Ispezione visiva		Quotidiana	SI	Assenti
Resistenza al vento	Anemometro		Prima dell'utilizzo	Solo per metodo rivestimento superf.	Minore 8 m/s
Spessore del rivestimento umido	ispezione visiva Calibro a pettine o a ruota (solo per rivestimenti superficiali ancora umidi)	ISO 2808	Subito dopo l'applicazione	SI	
Contenuto d'aria nella miscela fresca	Metodo porosimetro a pressione	EN 1015-7 (malta) EN 12350/7 (cls)	Quotidiana o per ogni lotto	Solo per malte o cls in classe di esp. XF additivati con aeranti	



Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità second UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3) (3/4)

Caratteristica	Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-5A9 EN 1504-10)	Norma riferimento	Frequenza prova o osservazione	Esecuzione controllo	Limiti 5A9 EN 1504-10
Condizioni e requisiti prima e/o durante l'applicazione					
Consistenza della malta	Scorrimento (malte colabili) Spandimento tavola a scosse (malte tixotropiche)	EN 13395-3 EN 13395-2	Quotidiana o per ogni lotto	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malte	
Consistenza del calcestruzzo	Tempo Vebè Abbassamento cono Abrams Spandimento tavola a scosse Diametro e tempo Spandimento SCC Eventuali altre prove SCC definite in qualifica	EN 12350/3 EN 12350/2 EN 12350/5 EN 12350/8 EN 12350/9-12	Quotidiana o per ogni lotto	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con calcestruzzo	
Condizioni e requisiti dopo l'indurimento					
Copertura del rivestimento e spessore del rivestimento asciutto o indurito	Ispezione visiva Intaglio a cuneo e misura con calibro (malta) carotaggio(per cls)	ISO 2808 EN 12504/1	Una volta per tipo di elemento	SI	
Fessurazione da ritiro plastico ed igrometrico	Ispezione visiva con bagnatura superficie ed eventuale misura fessure con calibro		Quotidiana o per ogni lotto	SI	< 0,1mm
Colore e tessitura delle superfici finite	Esame visivo		Quotidiana o per ogni lotto	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo	



Tabella A10.4: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di malte e calcestruzzi per rivestimento (UNI EN 1504-2) o ripristino strutturale e non (UNI EN 1504-3) (4/4)

Caratteristica	Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-5A9 EN 1504-10)	Norma riferimento	Frequenza prova o osservazione	Esecuzione controllo	Limiti SA9 EN 1504-10
Condizioni e requisiti dopo l'indurimento					
Presenza vuoti dentro e dietro il materiale	Misura con ultrasuoni o eventuale esame visivo dopo carotaggio	EN 12504-4 EN 12504/1	Una volta per valutare l'efficienza e in caso di dubbio	SI	
Massa volumica s.s.a. conglomerato indurito	Misura su carote	EN 12504/1 EN 12390/7	Una volta per tipo di elemento	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo	$\geq 0,97$ massa volumica misurata su provini delle certificazioni in laboratorio dei corrispondenti getti
Resistenza a compressione a 28gg (altre stag. se da progetto)	Su prismi 4x4x16 per malte su cubi 15x15x15 per betoncini o cls	UNI EN 12190 EN 12390/3	<i>frequenze controllo tipo A o B § 11.2.3 DM 14-01-02</i>	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo	<i>Come da controllo tipo A o B § 11.2.3 DM 14-01-02</i>
Resistenza a compressione del materiale messo in opera	Prova di compressione su carote h/d=1	EN 12504/1 EN 12390/3	Una volta per tipo di elemento	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo	<i>Come da § 11.2.6 DM 14-01-02: R_{ck} in sito $\geq 0,85 R_{ck}$ progetto</i>
Resistenza a flessione a 28gg	Su terna prismi 4x4x16cm per malte su terna travi 15x15x60cm per betoncini o cls	EN 12390/7	Una volta per tipo di elemento	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta o calcestruzzo	\geq valore caratteristico dichiarato
Aderenza in sito	Trazione diretta	EN 1542	Una volta per tipo di superficie o di elemento	SI	\leq resist trazione supporto; per malte e cls ripristini strutturali: 1,2-1,5MPa; non strutturali: $\geq 0,7$ MPa
Permeabilità all'acqua	Prova in sito di Karsten carotaggio e prova di penetrazione dell'acqua	NF P84-402 o NF T 30-801 EN 12390-8	Una volta per valutare l'efficienza	SI	<i>Prova in sito da correlare con EN 12390/8 i cui limiti sono penetrazioni Max ≤ 50mm; Media ≤ 20mm</i>



Tabella A10.5: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di prodotti per iniezioni dei calcestruzzi (UNI EN 1504-5) (1/2)

Caratteristica	Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-5A9 EN 1504-10)	Norma riferimento	Frequenza prova o osservazione	Esecuzione controllo	Limiti §A9 EN 1504-10
Verifica delle condizioni del supporto prima e /o dopo la preparazione					
Pulizia substrato	Osservazione visiva di asciugamento		Dopo la preparazione e immediatamente prima dell'applicazione	SI	
Larghezza e profondità delle fessure	Misura con calibri o sonde ottiche da superficie, prova ultrasuoni o eventuale esame visivo dopo carotaggio	ISO 8047 EN 12504-4 EN 12504-1	Prima dell'applicazione	SI	Accuratezza > 0,10mm
Movimento delle fessure	Calibri meccanici o elettrici o sonde ottiche da superficie o estensimetri o vetrini		Prima dell'applicazione	SI.	Accuratezza > 0,10mm
Tenore di umidità del supporto	Ispezione visiva		Prima e durante l'applicazione	SI	
	campionamento in opera ed essiccazione in laboratorio o prove resistività o sonde umidità o igrometro a carburo	UNI 10329 §6.2 UNI 10329 §6.1		Solo rivestimenti superficiali che richiedano umidità inferiori ad un certo limite	
Temperatura supporto	Misura con termometro da superf. accuratezza 1°C		Per tutta la durata dell'applicazione	SI	5°C-30°C
Contaminazione delle fessure	Campionamento con carotaggio o perforazione a varie profondità ed analisi in laboratorio	EN 12504-1 EN 14629 altre da definire in base al tipo di contaminante	Prima dell'applicazione: esame dei risultati di precedenti indagini diagnostiche-conoscitive o definizione di un piano d'indagine da concordare con ANAS con localizzazione della posizione e del numero dei punti di verifica	SI	



Tabella A10.5: Sintesi delle prove e delle osservazioni per il controllo di qualità secondo UNI EN 1504-10 di prodotti per iniezioni dei calcestruzzi (UNI EN 1504-5) (2/2)

Caratteristica	Metodo misura (descriz. in A9 EN 1504-5A9 EN 1504-10)	Norma riferimento	Frequenza prova o osservazione	Esecuzione controllo	Limiti 5A9 EN 1504-10
Accettazione dei prodotti e dei sistemi					
Identità dei prodotti applicati	Verifica certificazione di prodotto o di prove qualifica, schede tecniche e DDT	EN 1504/8 (acqua EN 1008)	A ogni fornitura prima dell'utilizzo	SI	
Condizioni e requisiti prima e/o durante l'applicazione					
Temperatura ambiente	Termometro accuratezza 1°C		Per tutta la durata dell'applicazione	SI	
Umidità ambiente e punto di rugiada	Igrometro e termometro accuratezza 0,5°C (vedi tabella 5A.92EN 1504/10)	ISO 4677-1,2	Per tutta la durata dell'applicazione	Solo per metodo rivestimento superf. se il tipo di prodotto lo richiede	Dipende da materiale ma preferibile evitare applicazioni a temperature minore di 3°C sopra punto di rugiada
Precipitazioni	Ispezione visiva		Quotidiana	SI	Assenti
Condizioni e requisiti dopo l'indurimento					
Grado di riempimento delle fessure	sonde ottiche da superficie prova ultrasuoni o eventuale esame visivo dopo carotaggio	ISO 8047 EN 12504-4 EN 12504-1	Una volta per valutare l'efficienza	SI	≥80%
Permeabilità all'acqua	Prova in sito di Karsten carotaggio e prova di penetrazione dell'acqua	NF P84-402 o NF T 30-801 EN 12390-8	Una volta per valutare l'efficienza	SI	<i>Prova in sito da correlare con EN 12390/8 i cui limiti sono penetrazioni</i> <i>Max ≤ 50mm;</i> <i>Media ≤ 20mm</i>

Palo	1	2	3	3
Diagonale	1	1	2	2
Tirafondi	1	1	1	2
Bulloneria completa (per tipologia)	2	2	3	4
Barriera tipo New Jersey	1	1	1	1




PAVIMENTAZIONI STRADALI - IT.PRL.05.21 - Rev. 1.0 - ESTRATTO

Materiali

I materiali dovranno corrispondere a quanto stabilito dalla normativa di settore e dal presente documento. I materiali dovranno 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 prescritzionali, 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.


N° di identificazione dell'ente notificato
SOCIETÀ
08
<u>n.certificato</u>

EN 13108-1

Conglomerato Bituminoso per strade, piste aeropor-
tuali e altre aree trafficate

CB 12,5 USURA BM 50/70

Contenuto dei vuoti dopo 10 rotazioni $V_{10} G_{min}$
11%

Temperatura della miscela da 140°C
a 180°C

Granulometria

(passante al setaccio mm) 16
100%

12,5 95%

8 80%

4 49%

2 31%

0,5 15%

0,25 12%

0,063 8%

Contenuto di legante B_{min}
4,6%

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 inequivocabilmente 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 marca- tura CE (a fianco 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 - Auto controllo 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



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

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 DL. E dovranno contenere:

- tipo di miscela sito di applicazione (strada, carreggiata, corsia, quantità ecc) impianto di produzione;
- aggregati: provenienza, granulometrie, PSV, e percentuali di impiego, fresato compreso;
- caratteristiche volumetriche (% vuoti, pesi di volume) e meccaniche (ITS, Rc e CTI.);
- 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 contenente 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 solleva l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali 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; in questo caso le loro attrezzature dovranno essere verificate su piste di taratura pre-stabilite definite dal CSS, a meno che non siano accreditate ISO17025.

Il CSS è autorizzato comunque ad eseguire controlli a campione sulle zone testate da detti laboratori e qualsiasi altra operazione di verifica.

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 i suoi Laboratori al fine del rilievo del modus operandi delle Imprese in corso d'opera ed 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 accompagnamento 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 ed a carico dell'Impresa.

Resta a carico di ANAS 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 eseguite le verifiche e le prove disposte per l'accertamento delle prestazioni del rispetto delle presenti NT (Art.10.1), che saranno a cura e spese di ANAS 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.),



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

eventuale verifica dei lavori in sito e prove di alto rendimento, saranno 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 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.

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 ancoraggio, 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 prestazionali 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 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.

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.



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

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 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.

1. MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE E/O SOTTOFONDAZIONE

“Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato”

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla DL.

Questa lavorazione si applica per strati di fondazione nelle Manutenzioni Straordinarie (MS) o Nuove Lavorazioni (NC) esclusivamente nei casi di strade di minore rilevanza e può essere impiegata anche per lavori di sottofondazione come ultimo strato del rilevato stradale.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato progettualmente e verificato dalla DL.

1.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

setacci UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio 63	100-100
setaccio 40	84-100
setaccio 20	70-92
setaccio 14	60-85
setaccio 8	46-72
setaccio 4	30-56
setaccio 2	24-44



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

setaccio 0.25	8-20
setaccio 0.063	6-12

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 80 potrà essere modificato dalla DL in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 40 e 60 la DL richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma. Indice di portanza C.B.R. (CNR UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50, per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, c, d, salvo nel caso citato al comma d) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

1.2 STUDIO PRELIMINARE

L'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla DL mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno per la loro valutazione prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della DL in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

1.3 MODALITÀ ESECUTIVE

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo non idoneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla DL con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4".

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante tramite LWD (Light Weight Deflectometer) con valore min 80 Mpa secondo procedura di prova descritta all'art 1.4.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.



1.4 PROVE DI PORTANZA CON PIASTRA DINAMICA TIPO LWD

Le prove LWD devono rispettare le Norme ASTM E2583-07 "Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)" e andranno eseguite applicando uno sforzo di sollecitazione pari a circa 70 KPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 msec.

Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 Kg con una altezza di caduta (distanza tra terreno e base del carico) pari a 100 cm.

Le battute del LWD, secondo quanto indicato nella Norma, dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra $\leq 3\%$; Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite dello scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati almeno 5 metri tra loro lo strato andrà riadensato.

Le prove eseguite, salvabili su file informatico, devono registrare almeno la pressione effettivamente applicata, il tempo di applicazione del carico, la deflessione al centro piastra ed il modulo elastico che dovrà essere calcolato con la seguente espressione $E = f \cdot (1 - \nu^2) \cdot \frac{P}{d_0} \cdot \frac{r}{d_0}$ con $f = 2$, $\nu =$

0,35, P = sforzo effettivamente applicato (intorno a 70 KPa), $r = 150$ mm (raggio della piastra), e d_0 = deflessione misurata al centro piastra.

1.1.1 FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE

2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

1.1.2 INERTI

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessivamente compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.

A discrezione della DL potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,063 mm.

L'aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare.

La granulometria deve essere compresa nel seguente fuso ed avere andamento continuo ed uniforme

Setacci UNI (mm)	Fuso (passante %)
Setaccio 40	100-100
Setaccio 31,5	90-100
Setaccio 20	70-90
Setaccio 14	58-78
Setaccio 8	43-61
Setaccio 4	28-44
Setaccio 2	18-32
Setaccio 0,4	9-20
Setaccio 0,125	6-13
Setaccio 0,063	5-10



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 933-1) non superiore al 30% in peso.
- Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) compreso fra 30 e 60.
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico).

1.1.3 LEGANTE

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 4% sul peso degli inerti asciutti.

1.1.4 ACQUA

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (rilevabile con lo studio con pressa giratoria) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

2.2 STUDIO DELLA MISCELA

L'Impresa dovrà proporre alla DL la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini realizzati mediante pressa giratoria con le seguenti caratteristiche a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche

Caratteristiche provini giratoria

Pressione verticale kPa	600 + 3
Angolo di rotazione	1,25 + 0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

Caratteristiche di resistenza

	3 gg	7 gg	Dimensioni provini
Rit 25°C (GPa x 10-3)	0,30 – 0,50	0,32-0,60	Diametro 150mm altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25 °C (GPa x 10-3)	1,4 – 3,6	2,5 – 5,5	Diametro 150mm altezza 160-200 mm

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

I parametri sopra descritti devono essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire la curva ottimale.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (vedi modalità descritte sopra), secondo il seguente schema (indicativo):

Cemento (%)	2			3			4			Le percentuali sono da intendersi in peso
acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

N° provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6	sulla miscela degli aggregati
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------------

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua.

I suddetti valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa + 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

Per particolari casi è facoltà della DL accettare valori di resistenza a compressione anche fino a 0,70 MPa a 3gg e 0,90 Mpa a 7gg.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità (misurabile sui provini giratoria a 180giri) e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

2.3 MODALITÀ ESECUTIVE

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti 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 corrispondenti alle classi impiegate.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla DL la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti comunque dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento sia longitudinale che trasversale.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

rullo a due ruote vibranti da 10 ton per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 ton;

rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 ton.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla DL, rispondenti alle caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e superiori a 25°C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della DL, potrà essere consentita la stesa a temperature diverse, mai superiori a 35 °C.

Nel caso di stesa tra 25°C e 35°C sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 18°C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

la stesa e limitatamente ai mezzi gommati e previa verifica che il transito non danneggi lo strato.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di ± 5 punti percentuali fino al passante al setaccio 4 e di ± 2 punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 mc di materiale posto in opera.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 94% della densità dei provini giratoria (miscela di progetto a 180 giri) nel 100% delle misure effettuate.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo dell'Appaltatore a sua cura e spesa compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

I valori di portanza verranno misurati mediante LWD (Light Weight Deflectometer) secondo quanto previsto all'art 1.4 e dovranno avere valori:

Maturazione	Modulo elastico (Mpa)
4 ore	60
24 ore	200-600

1.1.4.1 FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO O CALCE, LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO

Il misto cementato per fondazione (sottobase) o sottofondazione con miscelazione in sito e inerte esclusivamente i lavori di manutenzione straordinaria (MS) e sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore di norma di cm. 20-25 e comunque variabile secondo le indicazioni della DL (ma comunque non superiore a 30 cm).

L'impiego della calce è previsto per lavorazioni che interessano strati posti sotto la fondazione inquinati da argille, in casi particolari (su approvazione della DL) sarà possibile usare entrambi i leganti (cemento e calce) pur nei limiti indicati al punto 3.1.2

Altri spessori potranno essere richiesti secondo le caratteristiche progettuali.

3.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.1.5 INERTI

Nel caso di miscelazione della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille), in presenza delle quali comunque l'indice di plasticità (CNR UNI 10.014) dovrà essere comunque inferiore a 10.

La granulometria (UNI EN 933-1) dovrà rientrare nel fuso seguente:



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

setacci UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio 63	100-100
setaccio 40	86-100
setaccio 20	70-96
setaccio 14	62-90
setaccio 8	48-76
setaccio 4	30-58
setaccio 2	20-42
setaccio 0,25	7-20
setaccio 0,063	5-12

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la DL potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

Nel caso di impiego totale di misto granulare nuovo di apporto la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (UNI-EN1097-2) non superiore a 30% in peso; il materiale dovrà risultare non plastico (N.D.).

setacci UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio 63	100-100
setaccio 40	84-100
setaccio 20	68-90
setaccio 14	58-82
setaccio 8	44-70
setaccio 4	28-54
setaccio 2	22-42
setaccio 0,25	8-20
setaccio 0,063	6-12

1.1.6 LEGANTE

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 4% sul peso degli inerti asciutti, è consentito l'impiego di calce idrata.

1.1.7 ACQUA

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno riuniformare il misto miscelato, prima della rullatura.

3.2 STUDIO DELLA MISCELA

Prima delle lavorazioni si deve prevedere almeno un saggio di almeno 150 kg su cui effettuare uno studio da realizzare con provini giratori per stabilire le percentuali di cemento /calce e acqua ottime ed eventuali integrazioni.

Ai fini della determinazione delle percentuali di cemento/calce e umidità ottima si dovranno realizzare provini con pressa giratoria a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche provini giratoria

Pressione verticale kPa	600 + 3
Angolo di rotazione	1,25 + 0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

Caratteristiche di resistenza

	3 gg	7 gg	Dimensioni provini
Rit 25°C (GPa x 10-3)	0,20 – 0,45	0,25-0,50	Diametro 150mm altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25 °C (GPa x 10-3)	1,3 – 3,5	2,0 – 5,0	Diametro 150mm altezza 160-200 mm

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento/calce e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire l'eventuale aggiunta di aggregati di integrazione.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (vedi modalità descritte sopra), secondo il seguente schema (indicativo):

Cemento (%)	2			3			4			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti tre a compressione e tre a trazione indiretta a 3 o 7 gg

Dallo studio si potrà evidenziare anche la necessità di integrare la miscela da riciclare con eventuali aggregati di integrazione.

3.3 MODALITÀ ESECUTIVE

La demolizione degli strati legati a bitume dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla DL e che comunque non dovrà essere inferiore, là dove possibile, a 4,5 m alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati, gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della DL alla loro demolizione ed asportazione; la ricostruzione dello strato sarà effettuata mediante la stabilizzazione a cemento con aggregati interamente di integrazione.

Il cemento verrà distribuito sul materiale da stabilizzare in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla DL in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 20 cm.

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della DL.

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della DL, da una eventuale ulteriore umidificazione e dovrà essere realizzato in ordine con le seguenti attrezzature:

rullo a due ruote vibranti da 10 ton per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 ton;

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

Considerata la complessità dell'effettuazione di uno studio completo che segua lavorazioni di notevole rilevanza e anche l'estrema variabilità potenziale del materiale da stabilizzare che potrebbe vanificare l'effettuazione di uno solo studio su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, si dovrà effettuare una serie di verifiche durante l'esecuzione dei lavori secondo la metodologia descritta di seguito.

Ogni 500 m circa di lavorazione dovranno essere effettuate le seguenti valutazioni:

- verifica della granulometria
- verifica della % di umidità;
- verifica della % di cemento/calce che dovrà avere un valore legato alla natura del materiale da riciclare ed alla sua % di umidità

Indicativamente considerando una lavorazione di 25cm, si fornisce la seguente tabella per l'impiego di cemento/calce in funzione del contenuto d'acqua.

Contenuto d'acqua totale	Cemento/calce	Kg cemento/calce a mq su 25cm di lavorazione.
5-6%	2,5 %	12,5
6-7%	3,0 %	15,0
7-10%	3,5 %	17,5

formazione di provini giratoria per la verifica delle resistenze e densità.

I valori di portanza verranno misurati mediante LWD (Light Weight Deflectometer) secondo quanto previsto all'art 1.4 e dovranno avere valori:

Maturazione	Modulo elastico (Mpa)
-------------	-----------------------



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

4 ore	50
24 ore	180-600

1.1.7.1 LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI

4.1 LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

4.2 BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli con le caratteristiche indicate in tab. 6.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all'art. 7. 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. 7.4, qualora il materiale sia accettato dalla DL.

TABELLA 6.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)	Pa x s	0,03-0,10	0,02-0,10
viscosità dinamica 160°C (cilindri coassiali S21 20rpm)			
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	



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

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).

1.1.8 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 soft SF (modifica media) e in modo hard HD (modifica forte) con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B

Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica BM opportunamente preparati per una successiva modifica.

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (vedi art. 7.2.) salvo diversa indicazione della Committente.

TABELLA 6.B - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI				
caratteristiche	U.M.	Base Modifica BM	Soft 2,5%-3,5% SF(°)	Hard 4%-6% HD (°)
penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70	50-70
punto di rammollimento	° C	40-60	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤-8	≤ -10	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	≥ 70	≥ 80
viscosità dinamica 160°C (Shear rate $5 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$)	Pa x s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,45
viscosità dinamica 160°C (cilindri coassiali S21 20rpm)				
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3 ^(**)	≤ 3 ^(**)
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test				
penetrazione residua a 25° C	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

Incremento del punto di rammollimento	° C	≤ 9	≤ 8	≤ 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

TABELLA 6.C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO		
BITUME SOFT O 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 $5 \cdot 10^2 \text{ s}^{-1}$)	Pa x s	0,10-0,45

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).

	Es. marcatura CE
	N° di identificazione dell'ente notificato



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

4.3 EMULSIONI BITUMINOSE


1.3.1 EMULSIONI BITUMINOSE (CATIONICHE NON MODIFICATE) PER MANO DI ATTACCO

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cemento e base, basebinder, binder e usure normali (per usure non aperte). Negli altri casi si usa bitume modificato hard (vedi Art. - 6.2.1)

TABELLA 6.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:

	Es. marcatura CE
N° di identificazione dell'ente notificato	
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)..... $\leq (150) \times 0,1$ 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).

1.3.2 EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO (ER)

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) se- condo i parametri della tabella 6.E.

L'emulsione dovrà avere caratteristiche di stabilità/velocità di rottura adatte alla tecnologia del ri- ciclaggio impiegata.

TABELLA 6.E - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE		
caratteristiche	unità di misura	valori
contenuto d'acqua	% in peso	≤ 40
contenuto di bitume	% in peso	≥ 60
grado di acidità (pH)		2-4
polarità delle particelle		positiva (cationiche) o negativa (anioniche)
sedimentazione a 7 gg	%	< 10
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C	dmm	50-70
punto di rammollimento	° C	55-75
punto di rottura Fraass	° C	≤ -10
Ritorno elastico a 25° C	%	≥ 55

4.4 ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)

Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.

Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscetti- bilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuo- vo).

Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2%-0,8% in peso rispetto al legante totale, secondo indi- cazioni della DL ed in accordo con i Laboratori accreditati o con il CSS; a seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può an- che 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 e/o definite da CSS 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.

4.5 ATTIVANTI DI ADESIONE (DOPES, DP)

Gli attivanti di adesione hanno la funzione di modificare le caratteristiche superficiali degli aggregati rendendoli idrofobi e allo stesso tempo di aumentare l'adesione inerte/bitume.

Gli attivanti di adesione (a volte compresi anche negli ACF) 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 possono essere dispersi nel bitume (preferibile) o spruzzati sugli aggregati.

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 e/o definite da CSS 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.

4.6 FIBRE PER IL RINFORZO STRUTTURALE DEL BITUME (FB)

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, 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 collaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); 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, disaggregazione 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



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

Lunghezza μm)	200 – 6000
Diametro μm)	8 - 20
Resistenza alla trazione (GPa)	1,5 - 3
Allungamento massimo (%)	1 - 3
Punto di fusione ($^{\circ}\text{C}$)	> 300 $^{\circ}\text{C}$

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 dal CSS 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 se non già preventivamente approvati dal CSS e devono essere accompagnati da scheda tecnica e di sicurezza.

4.7 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	SF	HD		ACF	DP	
Binder	SF	HD		ACF	DP	
Base	SF	HD		ACF	DP	
Basebinder	SF	HD		ACF	DP	
Drenante	HD			FB	DP	
Drenante con argilla espansa	HD			FB	DP	
Riciclaggio con schiumato	BM	TQ				
Riciclaggio con schiumato in impianto	BM	TQ		ACF		
Riciclaggio emulsione	ER			ACF		
Microtappeto di usura	SF	HD		ACF	DP	

ACF, DP e FB vanno utilizzati su indicazioni della DL.

4.8 NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI

Bitumi semisolidi



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

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 test	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

1.3.2.1 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

5.1 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.

5.1.1 DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 6.1. 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.

5.1.2 BITUME

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 6, i conglomerati di base, basebinder, binder e usura potranno



essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

5.1.3 MATERIALI INERTI

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polveri e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043; gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti 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 ai requisiti richiesti

5.1.4 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 petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

5.1.4.1 STRATO DI BASE

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti 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.

5.1.4.2 STRATO DI BASEBINDER

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti 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.

5.1.4.3 STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti 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.

5.1.4.4 STRATO DI USURA

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale a 20% ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego. 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) maggiore o uguale a 44 (UNI EN 1097-8);

resistenza al gelo/disgelo minore o uguale all'1% (UNI EN 1367-1). È facoltà di ANAS prevedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi 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) $\geq 80\%$; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

È inoltre facoltà di ANAS S.p.A. non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del CAT, scadente omogeneità nell'impasto per la



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti so- praindicati.

5.1.5 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 .

5.1.6 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): $\Delta_{R\&B} > 5\%$

5.1.7 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 compre- sa 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.

5.1.7.1 - 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.

5.1.7.2 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



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

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.

5.1.7.3 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.

5.1.7.4 USURA TIPO "A" E "B" CON BITUME MODIFICATO E TAL QUALE Tipo "A"

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %	passante totale in peso %
----------------------	---------------------------	---------------------------



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

	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.

5.1.7.5 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).

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 attenersi 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 $\pm 0,3\%$ 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 approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
2. la verifica della composizione del conglomerato andrà effettuata mediante estrazione del le-



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

gante 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 in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi (art. 7.1.8);

 - I controlli 2 e 3 saranno effettuati ogni 500 tonnellate per le prime 1.000 tonnellate di fornitura ed ogni 1.500 per le successive.

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 2000 mt di lavorazione (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.

Ai fini della valutazione della aderenza, relativamente alle miscele Usura e Binder (se quest'ultimo è oggetto di aperture temporanee al traffico), 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.

Il valore PTV dovrà risultare ≥ 55 .

5.1.7.6 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 inerti 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 inerti 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.

5.1.7.7 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



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

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 spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso 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 combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

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. 10. 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 cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% 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



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

modificato in ragione di 0,6-1,2 kg/m².

Nel caso di risanamento superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano di attacco è d'obbligo. Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

5.1.7.8 CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO (FRESATO)-MODALITÀ DI REIMPIEGO

In caso di utilizzo di materiale fresato, la classificazione del materiale andrà fatta secondo la UNI EN 13108/8.

I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito "fresati", sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, per piazzole di sosta, rampe di conversione o d'uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d'emergenza, aree di parcheggio, d'atterraggio eli-cotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni.

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 drenanti o meno.

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 6.4 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 7.1.7 e 7.1.8) 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) è possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

	% di impiego di fresato														
	Usura a			Usura b			Binder			Basebinder			Base		
Tipologia bitume	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD
% di fresato	≤10	≤15	≤15	≤10	≤15	≤15	≤15	≤25	≤20	≤15	≤25	≤20	≤15	≤30	≤25
% di ACF sul bitume	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5



6 CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

6.1 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 sempre 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 pre-stazionali 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 di tipo prestazionale che valutano le caratteristiche superficiali e strutturali delle pavimentazioni

Tipo di lavorazione	% bitume e qualità	spessori	CAT20	HS	IRI	IS300	IS200
articolo	7.4	7.4 e10.5	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4
RSS	SI	SI	SI SE ESTESI ≥ 500 m	SI SE ESTESI ≥ 500 m	NO	NO	NO
TS	SI SE ESTESI ≥ 500 m	NO	SI	SI	NO	NO	NO
RS	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
RP	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NON APPLICABILE
NC	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NON APPLICABILE

6.2 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 planaltimetriche 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.

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



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

ai seguenti valori:

TIPOLOGIA LAVORAZIONE	CAT ₂₀	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 drenanti	53	1,0
Conglomerati bituminosi drenanti con argilla espansa	56	0,8
Trattamenti superficiali a freddo tipo macroseal spessore 6 mm	62	0,5
Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	55	0,3
Irraggiatura meccanica di irruvidimento (pallinatura)	5 punti CAT in più rispetto al CAT preesistente	N.A.

¹ La relazione tra il valore CAT qui prescritto (CAT_{anas}) e quello definito dalla Norma CNR (CAT_{CNR}) è la seguente:

$$CAT_{anas} = CAT_{CNR} \times 100$$

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.



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

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 270° giorno dall'apertura al traffico, mentre le irradiazioni meccaniche di irruvidimento (pallinatura) andranno valutate entro il 60° giorno dall'intervento.

Le misure di CAT e HS saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS2; 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.

Prima di detta analisi i valori di CAT dovranno essere riportati alla temperatura di riferimento (20°C); l'operazione si effettuerà secondo la seguente formula correttiva elaborata dal TRRL, non sono previste invece correzioni per l'HS:

$$CAT_{20} = \frac{CAT_t}{\left(\frac{5.1.7.9}{t + 80} \right)^{0.548 + \frac{44.69}{t}}}$$



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

dove CAT₂₀ 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; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo fornito dal CSS.

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.

² Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare, tali verifiche non si rendono necessarie se il Laboratorio è accreditato ISO17025.

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)
Tutte le 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 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 di sopra 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.

6.3 REGOLARITÀ

I valori di REGOLARITÀ 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.



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

L'indicatore IRI dovrà essere inferiore o uguale ai seguenti valori:

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	IRI (mm/m)
RS, RP ed NC, come definiti in appendice	2,5
RSS e TS, come definiti in 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 con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con specifiche attrezzature verificate preventivamente dal CSS³; 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 con il programma di calcolo fornito dal CSS.

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 in appendice	4,0
RSS e TS, come definiti in 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 rifa-

³ Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare, tali verifiche non si rendono necessarie se il Laboratorio è accreditato ISO17025.



cimento 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.

6.4 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 effettuata 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 macchina 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 gli indicatori IS300, IS200, e ISFOND di seguito specificati.

Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti profondi (RP come descritti in appendice) o per le nuove pavimentazioni (NC come descritte in appendice), è quello denominato Indice Strutturale 300 (IS300) misurato in $m \cdot 10^{-6}$ 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.

Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti superficiali (RS come descritti in appendice), è quello denominato Indice Strutturale 200 (IS200) misurato in $m \cdot 10^{-6}$ ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro del carico ed a 200 mm da detto centro con le modalità di seguito specificate.

Le valutazioni si faranno di norma sulle pavimentazioni finite, ed è su questi valori che si opererà per la 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 finale⁴.

⁴ E' anche possibile verificare dal confronto tra IS300 o IS200 con ISFOND la qualità raggiunta nei due settori della pavimentazione: gli strati profondi (fondazioni e sottofondi) e gli strati superiori.



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

Le Riparazioni Superficiali di Soccorso (RSS come descritte in appendice) ed i Trattamenti Superficiali (TS come descritti in appendice) non prevedono accettazioni sulla portanza.

Le misure con FWD saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS⁵; 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 in 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 previste in appendice, prima dell'inizio dei lavori, sarà prodotto dal CSS il diagramma di controllo specifico della tipologia di pavimentazione che si intende realizzare.

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 in appendice e l'Impresa dovrà accettare l'eventuale penalizzazione che potrebbe conseguire.

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 o delle Nuove Costruzioni la portanza sarà valutata attraverso l'indicatore strutturale IS300, corretto con la temperatura dell'aria come di seguito descritto,

⁵ Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare, tali verifiche non si rendono necessarie se il Laboratorio è accreditato ISO17025.



valutato e rilevato, con le stesse modalità ed attrezzature sopra descritte ma giudicato attraverso la tabella di controllo seguente:

Tipologia lavorazione	IS300 _{14°C} misura FWD con pressione applicata 1700 KPa			IS300 _{14°C} misura TSD con pressione applicata 850 KPa		
	1 mese	6 mesi	1 anno	1 mese	6 mesi	1 anno
RPA1	84	72	67	48	41	39
RPA2	88	80	77	50	46	44
RPA3	67			39		
RPB1	106	86	76	59	48	44
RPB2	102	89	83	58	51	47
RPB3	76			44		
NC1	76	66	61	43	37	35
NC2	98	79	70	54	44	40

I differenti valori di IS300_{14°C} riguardanti gli RP (Risanamenti Profondi) ed 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); Nel caso di uso di legante cementizio le misure andranno fatte almeno 3 giorni dopo la stesa.

Le misurazioni di accettazione si faranno sulle pavimentazioni finite al massimo entro un anno dalla stesa dell'ultimo strato.

Nell'ambito dei Risanamenti Superficiali (RS) la portanza sarà valutata attraverso l'indicatore strutturale IS200, 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:

Tipologia lavorazione	IS200 _{14°C} misura FWD con pressione applicata 1700 KPa	IS200 _{14°C} misura TSD con pressione applicata 850 KPa
	RSA1	138



Coordinamento Territoriale/Direzione

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2

IT.PRL.05.21 - Rev.1.0

RSB1	171	67
RSA2	133	53
RSB2	158	63

Per il calcolo dell'Indice Strutturale 200 (IS200) è necessario registrare anche la deflessione a 900 ed a 1500 mm dal centro del carico da cui si ottiene il fattore correttivo del sottofondo.

Il valore corretto con il sottofondo IS_{200cf} è fornito dalla seguente espressione:

$$\frac{IS_{200cf}}{IS_{200}} = (f - 0,50 \times LOG(IS_{FOND}))$$

Dove $IS_{FOND} = D_{900} - D_{1500}$, essendo le deformazioni misurate in $m \cdot 10^{-6}$ rispettivamente a 900 e 1500 mm dal centro del carico, f è il fattore correttivo che vale 1,94 per le prove eseguite con l'apparecchiatura FWD o HWD e 1,77 per le prove eseguite con l'apparecchiatura TSD.

IS_{FOND} rappresenta il comportamento del sottofondo⁶.

⁶ IS_{FOND} è una misura della capacità portante fornita dagli strati inferiori non legati.



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 e IS200 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 o IS200, è fornito dalla seguente espressione:

$$\frac{IS_{14^{\circ}C}}{IS_t} = e^{c \times (14 - T)}$$

dove $IS_{14^{\circ}C}$ è il valore dell'Indice Strutturale riportato alla temperatura di riferimento dell'aria di 14°C

IS_t 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 e 0,022 per gli interventi di tipo RS.

La successiva definizione delle tratte omogenee della portanza sarà effettuata con i valori così ricavati utilizzando il programma di calcolo fornito dal CSS.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.

5.1.8 I valori medi di IS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate.

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.

Non si accetteranno richieste di misure a tempi di maturazione più elevati qualora le misure effettuate a tempi di maturazione più bassi abbiano dato esito negativo, salvo casi particolari certificati dalla DL.



6.5 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 potrà essere effettuata, oltre che con carote, anche con sistemi di misura ad alto rendimento dotati di georadar (GPR) opportunamente tarato con carote di controllo.

Le antenne da usare saranno di almeno 1 GHz ed il sistema di acquisizione dovrà garantire una risoluzione nella misura dello spessore dell'ordine di un centimetro; mentre il passo di campionamento spaziale dovrà essere di almeno 50 cm.

Le misure saranno effettuate di norma almeno su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potranno 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.

I valori degli spessori saranno dedotti dall'esame dei radargrammi ricavati con la suddetta apparecchiatura.

L'esame potrà essere effettuato visivamente oppure tramite software dedicato; prima dell'esame dovrà essere operata una taratura delle misure usando carotaggi di controllo, in ogni caso non meno di 3 carote/km per corsia.

Le misure con georadar, e/o i carotaggi, saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da Laboratori accreditati ISO9001, purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS⁷;

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza dell'intervento realizzato da ogni singolo cantiere; le misure di spessore, realizzate con georadar, dovranno essere restituite con un passo di misura di 2 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.

Tale analisi sarà condotta con il programma di calcolo fornito dal CSS.

5.1.9 I valori medi di spessore ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare maggiore od uguali agli spessori di progetto.

DETRAZIONI

Nel caso di misure di controllo effettuate con georadar il conglomerato bituminoso sarà valutato in spessore nel suo complesso senza distinzione tra gli strati componenti.

⁷ Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare, tali verifiche non si rendono necessarie se il Laboratorio è accreditato ISO17025.

La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito, 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 a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore complessivo, indipendentemente dalla sua composizione, differisce in diminuzione rispetto ai valori di progetto, ammettendo una tolleranza massima del 7% (esemplificando, se la differenza è del 10% rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $((10 - 7) \cdot 3) \% = 9 \%$); se invece la differenza raggiungesse il 25%, esclusa la tolleranza, la DL, anche tenendo conto dell'effettiva estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore.

6.6 APPLICAZIONE DI EVENTUALI PENALI MULTIPLE

La presenza di più detrazioni porterà ad applicare la penale più gravosa, ad esclusione della penale sullo spessore e sul bitume (percentuale e qualità) che, se presente, saranno sempre applicata in aggiunta, salvo casi particolari che andranno giudicati dalla DL.

Il valore massimo della detrazione complessiva non potrà superare il 20% dell'importo totale dei lavori di pavimentazioni.

Nei casi in cui l'aggiudicazione dei lavori sia avvenuta con ribasso superiore al 30% il valore massimo della detrazione complessiva sarà elevato fino ad un massimo del 30%.



Dispositivi di Ritenuta Stradali - IT.PRL.05.22.1 - Rev. 1.0 – Estratto

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	PROPRIETA' DELLE BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI.....	3
3	BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H2	4
3.1	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	4
4	BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H3	4
4.1	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	4
5	BARRIERE DI SICUREZZA – CLASSE H4	4
5.1	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	4
6	TERMINALI	4
6.1	CARATTERISTICHE TECNICHE TERMINALI SEMPLICI	4
7	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI TERMINALI SPECIALI.....	4
8	TRANSIZIONI	4
8.1	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	4
9	ATTENUATORI D'URTO	5
9.1	CARATTERISTICHE TECNICHE	5
9.2	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	5
10	PARASASSI, ANTISCAVALCAMENTO E RECINZIONI METALLICHE.....	5
10.1	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	5
11	ZINCATURA	5
12	MARCATURA CE.....	6
12.1	MODIFICA DI PRODOTTO	6
13	ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E CONTROLLI	7
13.1	ACCETTAZIONE E CONTROLLI DELLA FORNITURA	7
13.2	PROVE SUI MATERIALI	7
13.3	MODALITÀ DI ESECUZIONE	8
13.4	CORRETTA POSA IN OPERA	9
14	MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE	10
15	NON CONFORMITÀ E SANZIONI	10
16	COLLAUDO.....	11
17	NORMATIVA	11
18	APPENDICE	12



1 PREMESSA

Al fine di garantire le migliori condizioni di sicurezza passiva per tutti gli utenti della strada e per assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedire la fuoriuscita dei veicoli, senza ridurre il livello di servizio delle strade ed autostrade Anas e la qualità delle loro pertinenze, il Progetto della sistemazione su strada dei **dispositivi di ritenuta**, redatto da un **in-egnere** conformemente a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223 e successive modifiche ed integrazioni, oltre a definire le installazioni a protezione di specifiche zone, lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, in rilevato, sul bordo di opere d'arte (ponti, viadotti, muri di sostegno ecc.), nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia carreggiata o delle autostrade, secondo le tipologie generali, le classi indicate e con larghezza operativa compatibile con le dimensioni della strada, in base alle caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste, secondo il disposto del D.M. n. 223 del 18 febbraio 1992 e del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004, dovrà valutare gli spazi presenti, quelli da lasciare a tergo del dispositivo, il tipo di supporto e/o di terreno di infissione, che è parte fondamentale della resistenza del dispositivo, inteso come tipo, addensamento e forma, sul quale insisterà l'infissione o altro tipo di collegamento dei paletti della barriera in acciaio, così da poter garantire un equivalente funzionamento del sistema barriera di sicurezza, rispetto a quello ottenuto nei campi prova certificati UNI CEI EN ISO/IEC 17025 dove i dispositivi sono stati testati al vero secondo quanto disposto dalla normativa vigente. Sarà necessario valutare l'interferenza con le altre funzioni della strada, quali la coesistenza di altri dispositivi come le barriere antirumore o i manufatti di attraversamento, studiare le soluzioni adeguate per il collegamento delle nuove barriere di sicurezza con le altre presenti sulla strada e curare lo smaltimento delle acque.

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

- **strade esistenti** con sostituzioni o nuova installazione, connessa al degrado degli impianti in essere, **con attenzione prioritaria agli spazi utili per il funzionamento del dispositivo di sicurezza**, in particolare, la normativa vigente permette, in mancanza di spazio, art. 6 del D.M. 2367 del 21/06/2004: *"Per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile **ne- gli incidenti abituali** della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test; detto spazio di lavoro non sarà necessario nel caso di barriere destinate a ponti e viadotti, che siano state testate in modo da simulare al meglio le condizioni di uso reale, ponendo un vuoto laterale nella zona di prova; considerazioni analoghe varranno per i dispositivi da bordo laterale testati su bordo di rilevato e non in piano, fermo restando il rispetto delle condizioni di prova*
- **nuove costruzioni o ampliamenti di strade esistenti** ad esse equiparate, in questo caso i dispositivi di ritenuta dovranno essere **parte integrante del progetto della strada**, il progettista dovrà curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere.

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

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

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



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

Tabella 1: Dispositivi di ritenuta stradale

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

2 PROPRIETA' DELLE BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI

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

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



3 BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H2

3.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

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

4 BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H3

4.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

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

5 BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H4

5.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

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

6 TERMINALI

6.1 CARATTERISTICHE TECNICHE TERMINALI SEMPLICI

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

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

7 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI TERMINALI SPECIALI

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

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

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

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

8 TRANSIZIONI

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

8.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

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



Tabella 19: Caratteristiche di accettazione transizioni

Tipologia	Azioni di verifica
Strutturalmente continue (nelle loro parti principali)	Non si richiedono né crash e né calcoli
Non strutturalmente continue (nelle loro parti principali)	Si richiede un progetto firmato dal PSS con una seguenti opzioni: progettazione geometrica nel caso di transizione semplice; simulazione numerica agli elementi finiti esecuzione di prove di crash al vero.

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

9 ATTENUATORI D'URTO

9.1 CARATTERISTICHE TECNICHE

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

Attenuatori redirettivi (R)	Dispositivi destinati a deviare il veicolo collidente se urta- ti lateralmente e non frontalmente
Attenuatori non redirettivi (NR)	Dispositivi destinati ad arre- tare il veicolo in poco spazio e senza danno
Attenuatori NR stretti	Generalmente a lati parall- li, da usare come terminali speciali di barriere
Attenuatori NR larghi	Generalmente a pianta trapezia, da usare nei punti di cambio di direzione o di uscita, in sostituzione delle at- tuali cuspidi

9.2 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

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

In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo la 21.06.2004.

Tabella 20: Proprietà Attenuatori d'Urto

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori d'urto	Caratteristica prestazionale
$V \geq 130$ km/h	100	Lunghezza, larghezza, altezza e caratteristiche dei materiali sono riportate nei rapporti di prova
$90 \leq V < 130$ km/h	80	
$V < 90$ km/h	50	

10 PARASASSI, ANTISCAVALCAMENTO E RECINZIONI METALLICHE

10.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

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

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

11 ZINCATURA

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



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

Tabella 21: Valori minimi di spessore di zincatura.

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

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

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

12 MARCATURA CE

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

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

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

12.1 MODIFICA DI PRODOTTO

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

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

Tabella 22: Accettazione e verifiche per modifiche di prodotto

Tipologia	Azioni di verifica
(A) Modifica lieve/leggera non influenza le prestazioni del prodotto	Non si richiedono né crash e né calcoli ma indicazioni della modifica riportate su una relazione tecnica a firma del PSS.
(B) Modifica moderata Di uno o più elementi del dispositivo	Si richiede un progetto firmato dal PSS con una delle due opzioni: simulazione numerica (ovvero analisi secondo i principi della meccanica computazionale in fase dinamica); qualora con la simulazione di cui non si ottengano risultati apprezzabili si dovranno eseguire prove di crash al vero.
(C) Modifica significativa	Si richiede esecuzione di prove di crash al vero.



13 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E CONTROLLI

13.1 ACCETTAZIONE E CONTROLLI DELLA FORNITURA

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

Tutta la documentazione è da considerarsi parte integrante della fornitura.

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

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

Tabella 23: Verifica documentazione tecnica e amministrativa

Fasi	Azioni
Verifica process di produzione (consiste nel recarsi presso l'unità produttiva dell'Azienda eseguendo i seguenti controlli)	Criteri e modalità di applicazione delle procedure/istruzioni operative od altri documenti indicati nel controllo di produzione di fabbrica; Movimentazione, stoccaggio, imballaggio e spedizione dei prodotti che devono essere mantenuti sistematicamente sotto controllo; Identificazione e rintracciabilità del prodotto.
Controllo documentazione	Documentazione: Dichiarazione di Prestazione (DoP) per ogni tipologia di dispositivo di sicurezza secondo le prescrizioni della EN 1317-5; Certificato di Conformità CE redatto da Enti di Certificazione; Certificazione di conformità dei materiali impiegati; Schemi di rintracciabilità dei materiali impiegati; Attestato di conformità della qualità dei materiali impiegati; Dichiarazione del processo di zincatura ai sensi della norma UNI EN ISO 1461- 009; Dichiarazione di conformità delle saldature ai sensi della norma UNI EN ISO 3834-2:2006; Distinte dei materiali prodotti; Rapporto di Prova; Manuale di Installazione; Manuale di Manutenzione; Documento di Trasporto; Completezza della fornitura.

13.2 PROVE SUI MATERIALI

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

Tabella 24: Accettazione dei materiali

Fasi	Azioni di verifica
Controllo di conformità del materiale	Prove sui materiali: Corrispondenza della forma e delle dimensioni; Verifica delle caratteristiche dei materiali impiegati; Verifica del rivestimento protettivo. Identificazione del prodotto marcato CE , ai sensi dell'art. 5 delle Istruzioni tecniche del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004 e dell'allegato ZA nelle forme previste al punto ZA.3.
<i>Qualora il Direttore dei Lavori riscontri che un qualsiasi materiale non sia adatto all'impiego DEVE chiederne la sostituzione.</i>	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

13.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE

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

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

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

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

Fasi di lavoro	Azioni di verifica
Posa in opera	<p>Verificare la configurazione dell'installazione del dispositivo rispetto a quella indicata negli elaborati progettuali e nei Rapporti di Prova;</p> <p>Verificare il corretto posizionamento del ciglio stradale e/o linea di mezzzeria e secondo le altezze riportate nei Rapporti di Prova;</p> <p>Verificare il serraggio dei bulloni.</p> <p>È ammesso il serraggio dei bulloni questa venga controllata con chiave pneumatica purché dinamometrica, la cui taratura con l'eventuale moltiplicatore dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio idoneo.</p> <p>Per i controlli sarà comunque utilizzata una chiave dinamometrica con certificato di taratura.</p> <p>L'Appaltatore dovrà effettuare, alla presenza della Direzione Lavori, delle verifiche sulla coppia di serraggio. Tali coppie sono indicate nei rapporti di prova e/o Manuali di installazione.</p> <p>La frequenza di prova, sarà almeno al 20% del numero totale dei bulloni posti in opera, per ciascuna tipologia.</p> <p>La scelta dei bulloni, oggetto di controllo, sarà a totale discrezione della Direzione Lavori.</p> <p>E' opportuno evitare di eseguire i controlli durante le ore più calde (o più fredde) della giornata che potrebbero indurre delle riduzioni apparenti, dovute a fenomeni termici, dell'ordine del $\pm 5\%$. Nel caso la verifica del serraggio dei bulloni non dia esito positivo, si dovrà procedere nel modo che segue:</p> <p>Nel caso la verifica del serraggio dei bulloni non dia esito positivo, si dovrà procedere nel modo come segue:</p> <p>nel caso di un bullone non soddisfi i valori di serraggio, verranno controllati anche i valori di serraggio dell'intero elemento. Nel caso questi soddisfino i valori, verrà accettato il serraggio;</p> <p>in caso contrario, se un secondo bullone non soddisfa i valori di serraggio, le verifiche verranno estese a 2 elementi adiacenti. Nel caso questi soddisfino i valori, il serraggio verrà ritenuto idoneo;</p> <p>in caso contrario, se un terzo bullone non soddisfa i suddetti valori, sarà necessario il serraggio completo di tutto il tratto in esame.</p> <p>Verifica di resistenza dei tirafondi a discrezione della D.L. La frequenza di prova, sarà almeno al 20% del numero totale dei tirafondi posti in opera, per ciascuna tipologia. Nel caso la verifica di resistenza dei tirafondi non dia esito positivo, la D.L. deciderà le modalità di ripristino.</p> <p>Misurare lo spessore dei materiali</p> <p>Controllare la presenza dell'esatto spazio a tergo della barriera per il perfetto funzionamento in caso di urto della barriera stessa</p>
Sostituzione totale o parziale di barriera esistente	<p>Lo smontaggio degli elementi (lame, montanti, ecc.) dovrà essere effettuato con cura, senza causare rotture o danni, riducendo al minimo le interferenze ai flussi di traffico della viabilità interessata.</p> <p>Verificare che le banchine in terra, le cunette e i cordoli in calcestruzzo, siano perfettamente ripristinate dall'impresa.</p>

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

14 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 dell'ANAS.

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 corpo d'opera attraverso le misure geometriche (ovvero a numero), rilevate dalla **Direzione Lavori** in contraddittorio con l'Appaltatore, che verranno confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

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

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

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

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

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

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

Infine rimane a cura e spese dell'Aggiudicatario:

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

15 NON CONFORMITÀ E SANZIONI

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

Tabella 26: Azioni sulla non conformità

Non Conformità	Azioni
Per irregolarità relative alla qualità dei materiali e alle caratteristiche geometriche degli (spessori, dimensioni, ecc.) e quanto possa concorrere, anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale	L'aggiudicatario sarà tenuto se i materiali non conformi con altri che rispondono 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 ritenuta, minore al 20% di spessore in meno ad esclusione delle tolleranze riportate nei manuali di installazione del dispositivo	Il materiale sarà accettato dalla D.L. ma verrà 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 ritenuta uguale o superiore al 20% di spessore in meno.	L'aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che risponda alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali stabiliti.
Per irregolarità di corretta installazione dei dispositivi di ritenuta rispetto alle indicazioni del progetto del PSS e del Manuale di Installazione	L'Aggiudicatario, a sua cura e spese, dovrà reinstallarli, avendo cura di ripristinare lo stato dei luoghi, per una nuova e corretta installazione a perfetta regola d'arte, nei tempi contrattuali stabiliti

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

16 COLLAUDO

Il Collaudatore, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al collaudo dei dispositivi di ritenuta, allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali.

Dovrà essere messa a disposizione del Collaudatore, tutta la documentazione tecnica, amministrativa e contabile.

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

Nel dettaglio, il collaudatore potrà effettuare:

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

Qualora caratteristiche dell'opera realizzata non rispondano alle specifiche di progetto, l'opera dovrà essere adeguata e resa conforme alle specifiche progettuali, secondo le prescrizioni del Collaudatore.

Il Collaudatore, dopo aver concluso le suddette attività e verificato il rispetto di quanto eventualmente richiesto, **provvederà quindi al rilascio del relativo Certificato di collaudo.**

17 NORMATIVA

Al fine di garantire le migliori condizioni di sicurezza passiva per gli utenti della strada e per assicurare le protezioni delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, senza ridurre il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle loro pertinenze, i dispositivi di ritenuta stradale dovranno essere progettati, verificati e realizzati a norma della seguente disposizione ed ai relativi aggiornamenti delle istruzioni ad essa allegate:

- Decreto Ministeriale LL.PP. n. 223 del 18 febbraio 1992;
- D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004; in particolare il riferimento esplicativo di dettaglio sarà quello della modifica che si collega alla norma europea EN 1317 per ciò che concerne la verifica delle soluzioni da usare e definisce gli impegni del progettista delle sistemazioni su strada;
- D.M. n. 253 del 2011, disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- UNI EN 1317-1 terminologia e Criteri Generali dei Metodi di prova;
- UNI EN 1317-2 Classi di prestazione, criteri di accettazione prove d'urto barriere di sicurezza e parapetti;
- UNI EN 1317-3 Classi di prestazione, criteri di accettazione prove d'urto attenuatori d'urto;
- UNI EN 1317-4 Classi di prestazione, criteri di accettazione prove terminali e transizioni;

- UNI EN 1317-5 Marcatura CE; unico requisito ai fini dell'impiego dei dispositivi di sicurezza passivi (per il momento limitandosi alle barriere ed agli attenuatori d'urto);
- Circolare Ministeriale n. 62032 del 21/07/2010, uniforma le norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrato in vigore dal 1 luglio 2013, che fissa "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio";
- D.M. del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" punto 5.1.3 "Azioni sui ponti stradali"; nel caso di protezioni da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.).

18 APPENDICE

Di seguito viene riportata la tabella A per i controlli di accettazione dei dispositivi di ritenuta stradale. Per L, espressa in ml, si intende la lunghezza della barriera indicata nell'ordinativo per singola tipologia.

Tabella A: Prelievi

Elemento	N° MINIMO DI PRELIEVI			
	L ≤ 500	L > 500	L > 1000	L > 1500
		L ≤ 1000	L ≤ 1500	
Distanziatore	1	2	2	3
Nastro	1	1	2	3
Corrimano C/U	1	1	1	2
Rinforzo palo	1	1	2	2
Tirante/Barra	1	1	1	2
Palo	1	2	3	3
Diagonale	1	1	2	2
Tirafondi	1	1	1	2
Bulloneria completa (per tipologia)	2	2	3	4
Barriera tipo New Jersey	1	1	1	1