



Comune di Fano
Provincia di Pesaro-Urbino

CSA

**PROGETTO
ESECUTIVO**

CUP E37H18001130004
C.I.G. Z6D2B505D3

OGGETTO : Interventi sulle strade, piste ciclopedonali, altre
infrastrutture viarie comunali e loro pertinenze-anno
2019-manutenzione straordinaria

COMMITTENTE : Comune di Fano - Settore 5: Lavori Pubblici

TAVOLA : Capitolato speciale di appalto lavori

SCALA :

DATA : Luglio 2020

PROGETTISTI : Ing. Alessandra Jo Giardini

Via Stacciola Villa, 57
61039 San Costanzo (PU)
Cell.: 329.6143598
e-mail: ing.alessandrajo@gmail.com
PEC: alessandrajo.giardini@ingpec.eu
P.IVA: GRDLSN79S43D488H

INDICE GENERALE

PARTE PRIMA

Articolo	Oggetto
Art. 1	OGGETTO DELL'APPALTO
Art. 2	CONDIZIONI GENERALI
Art. 3	AMMONTARE DELL'APPALTO
Art. 4	DESCRIZIONE DEI LAVORI E MODALITA' DI AFFIDAMENTO
Art. 5	TEMPO PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI
Art. 6	PENALI
Art. 7	PREZZO CHIUSO
Art. 8	DICHIARAZIONE RELATIVA AI PREZZI
Art. 9	NUOVI PREZZI
Art. 10	LAVORI IN ECONOMIA
Art. 11	RESPONSABILE DEI LAVORI
Art. 12	PIANI DI SICUREZZA E COORDINAMENTO
Art. 13	UFFICIO DELLA DIREZIONE DEI LAVORI
Art. 14	CONSEGNA DEI LAVORI D'URGENZA
Art. 15	SUBAPPALTO
Art. 16	RESPONSABILITA' IN MATERIA DI SUBAPPALTO
Art. 17	PRESA IN CONSEGNA ANTICIPATA
Art. 18	VALUTAZIONE DEI LAVORI - CONDIZIONI GENERALI
Art. 19	MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI "A MISURA"
Art. 20	ANTICIPAZIONE e RATE DI ACCONTO
Art. 21	PAGAMENTI A SALDO
Art.22	ANTICIPAZIONE DEL PAGAMENTO DI TALUNI MATERIALI

PARTE SECONDA

Articolo	Oggetto
23.	MODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI – DIFETTI DI COSTRUZIONE

- 24. OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE
- 25. APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI – CUSTODIA DEI CANTIERI
- 26. MATERIALI IN GENERE
- 27. RIFACIMENTO DEI DANNI ALLE CONDUTTURE
- 28. PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI
- 29. TRACCIAMENTI
- 30. PREPARAZIONE PIANO DI POSA RILEVATO STRADALE O FONDAZIONE IN TRINCEA
- 31. RILEVATI
- 32. COSTRUZIONE DEL RILEVATO
- 33. SCAVI
- 34. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI
- 35. MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO
- 36. MISTO GRANULARE STABILIZZATO
- 37. DRENAGGI CON FILTRO IN TESSUTO “NON TESSUTO”
- 38. CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO PER LA FORMAZIONE DI STRATI DI BASE..
- 39. CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO BINDER TRADIZIONALE
- 40. CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO BINDER CON BITUME MODIFICATO
- 41. CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO BINDER RICICLATO
- 42. CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO USURA CON 30% AGGREGATI NON CARBONATICI...
- 43. CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO USURA CON 30% AGGREGATI NON CARBONATICI E BITUME MODIFICATO
- 44. TAPPETO DI USURA PIGMENTATO PER PAVIMENTAZIONI SPECIALI
- 45. MICROTAPPETI A FREDDO TIPO “SLURRY-SEAL” (MACRO-SEAL)
- 46. TRATTAMENTO SUPERFICIALE BITUMINOSO A FREDDO
- 47. DEPOLVERIZZAZIONE DI STRADE STERRATE
- 48. GEOCOMPOSITO
- 49. CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO
- 50. SISTEMAZIONE CON TERRENO DELLE AIUOLE SPARTITRAFFICO
- 51. PIETRAME E CIOTTOLAME PER DRENAGGI IN OPERA
- 52. MALTE E CONGLOMERATI
- 53. PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

54. SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE ALLA CONFORMITÀ DELLA SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE

POZZETTI CADITOIE CHIUSINI

55. CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE

56. CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE A TENUTA STAGNA

57. CADITOIE IN GHISA SFEROIDALE

58. POSA IN OPERA (relativa a pti 55 -57)

TUBI E MANUFATTI IN CLS PER SCOLO ACQUE METEORICHE

59. TUBI IN CLS PER SCOLO ACQUE METEORICHE

60. POZZETTI IN CLS PREFABBRICATI

61. POZZETTI IN CLS PREFABBRICATI INCORPORATO SUL TUBO

62. POZZETTI IN CLS PREFABBRICATI O IN OPERA A TENUTA STAGNA

63. POSA IN OPERA (relativa a pti 59 -62)

64. CONDOTTE DI PVC

PUBBLICA ILLUMINAZIONE

65. CAVIDOTTI - POZZETTI - BLOCCHI DI FONDAZIONE - PALI DI SOSTEGNO

66. LINEE

67. CASSETTE – GIUNZIONI – DERIVAZIONI – GUAINE ISOLANTI

68. FORNITURA E POSA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

69. FORNITURA E POSA DEL CONTENITORE DEL GRUPPO DI MISURA E DEL COMPLESSO DI ACCENSIONE E PROTEZIONE

70. IMPIANTO DI TERRA - DISPERSORI

71. NORME PER LA MISURAZIONE DEI LAVORI A MISURA

PARTE PRIMA

(Descrizione delle lavorazioni)

1. OGGETTO DELL'APPALTO

Il Comune di Fano ha incaricato la sottoscritta Ing. Alessandra Jo Giardini della stesura del progetto Definitivo-Esecutivo per i lavori relativi ad interventi sulle strade, piste ciclopedonali, altre infrastrutture viarie comunali e loro pertinenze – anno 2019 - manutenzione straordinaria (rif. G.C. n. 395 DEL 17.10.2019).

Tutte le opere insistono su terreno pubblico di proprietà comunale. Non sono previsti interventi di esproprio.

2. CONDIZIONI GENERALI

Per il presente appalto, oltre che dal presente Capitolato Speciale ed in tutto ciò che non sia in contrasto con esso, i riferimenti normativi si intendono aggiornati al D.Lgs. 18 Aprile 2016 n. 50 e ss.mm.ii., inoltre esso è disciplinato:

- dal Decreto del Ministero LL.PP. 19 aprile 2000, n. 145 “Regolamento recante il Capitolato Generale d’Appalto dei Lavori Pubblici” e ss.mm.ii.;
- dagli articoli vigenti della Legge 20 marzo 1865 n. 2248 allegato "F" sulle opere pubbliche;
- dal Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 “Codice dei contratti pubblici”;
- dal D.P.R. 5 Ottobre 2010, n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.” e ss.mm.ii per le parti ancora in vigore;
- dal D.M. N°49/2018, “Regolamento recante: «Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell’esecuzione»”;
- dall’art. 18 della Legge 19 marzo 1990 n. 55;
- dalla L. R. n. 49/92 come modificata dalla L. R. n. 25/95;
- dalle norme U.N.I., C.N.R., C.E.I. e tutta la normativa specifica in materia.

L'Appaltatore si intende inoltre obbligato all'osservanza delle Norme dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (A.E.I.) e dal Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.) e dall'A.S.U.R. per la prevenzione infortuni, per quanto riguarda linee ed apparecchiature elettriche ed impianti telefonici. Per quanto riguarda l'impiego di materiali da costruzione per i quali non si abbiano norme ufficiali, l'Appaltatore - su richiesta della Direzione dei Lavori - è tenuto all'osservanza delle norme che pur non avendo carattere ufficiale, fossero raccomandate dai competenti organi tecnici.

L'osservanza di tutte le norme prescritte si intende estesa a tutte le leggi, decreti, disposizioni, ecc... che potranno essere emanate durante l'esecuzione dei lavori e riguardino l'accettazione e l'impiego dei materiali da costruzione e quant'altro attinente ai lavori.

La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta regola d'arte. In particolare, l'Appaltatore, con la firma del contratto, accetta espressamente, a norma degli articoli 1341 e 1342 del Codice Civile, le clausole tutte contenute nelle suddette disposizioni di legge e regolamenti del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

3. AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo complessivo dell'appalto ammonta a € 1.000.000,00

(euro un milione) come risulta dal seguente quadro economico:

QUADRO ECONOMICO

Art. 16 del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207

A

A.1	lavori a misura, a corpo, in economia	€ 744 193,16
A.2	oneri della sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta	€ 18 740,43
Totale A		762 933,59 €

B somme a disposizione della stazione appaltante per:

B.1	lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura (IVA inclusa)	5 559,65 €
B.2	rilievi, accertamenti e indagini	0,00 €
B.3	allacciamenti ai pubblici servizi	0,00 €
B.4	imprevisti	7 883,86 €
B.5	acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi	0,00 €
B.6	accantonamento di cui all'articolo 133, commi 3 e 4, del codice spese di cui agli articoli 90, comma 5, e 92, comma 7-bis, del codice, spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, l'importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 92, comma 5, del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	0,00 €

a. Progettazione esecutiva, coordinamento alla sicurezza in fase di progettazione, oltre ad IVA e CNPAIA	10 376,20 €
b. Direzione lavori, contabilità, certificato di regolare esecuzione, coordinamento alla sicurezza in fase di esecuzione	26 271,98 €
c. Fondo per funzioni tecniche svolto dai dipendenti pubblici D.L. 50/2016 art. 113 (1% della base d'appalto)	7 629,34 €

B.8	spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione	0,00 €
B.9	eventuali spese per commissioni giudicatrici	0,00 €
B.10	spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	0,00 €
B.11	spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici (IVA inclusa)	11 500,00 €
B.12	I.V.A., eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (22%)	167 845,39 €

COSTO COMPLESSIVO

1 000 000,00 €

Il contratto è stipulato "a misura" ai sensi dell'art. 3. comma 1 lett. e) D. lgs 18 aprile 2016, n. 50 e dell'articolo 43, comma 7 del D.P.R. 207/2010.

L'importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti delle varianti in corso d'opera in base al D. Lgs. n°50/2016 e le condizioni previste nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

I prezzi unitari offerti dall'aggiudicatario in sede di gara costituiscono i prezzi contrattuali e sono da intendersi a tutti gli effetti come "elenco prezzi unitari"; essi sono applicati alle singole quantità eseguite.

I prezzi unitari offerti saranno maggiorati del 5% per gli interventi eseguiti nelle ore notturne (incluso spese generali ed utile d'impresa). Per ore notturne si considerano quelle comprese dalle ore 22,00 alle ore 6,00 del mattino successivo. Il lavoro notturno dovrà essere espressamente e formalmente autorizzato dalla D.L.

4. DESCRIZIONE DEI LAVORI E MODALITA' DI AFFIDAMENTO

Gli interventi di cui al presente appalto, ricadono su strade di proprietà comunale e consistono nella realizzazione dei lavori relativi ad interventi sulle strade, piste ciclopedonali, altre infrastrutture viarie comunali e loro pertinenze – anno 2019 - manutenzione straordinaria (Categoria prevalente OG3 Strade,ecc) Classifica II.

Le aree interessate dal progetto possono essere individuate in n°4 macrocategorie:

- SANT'ORSO;
- ZONA EX CASERMA E PASSEGGI;
- ZONA SASSONIA;
- ZONA BELGATTO;

Il progetto riguarda la manutenzione straordinaria su strade, piste ciclopedonali, altre infrastrutture viarie comunali e loro pertinenze e l'implementazione della "mobilità sostenibile" all'interno della rete viaria di Fano.

MANUTENZIONE STRAORDINARIA

Sono previste modalità di intervento differenti a seconda dello stato di degrado registrato in sede di sopralluogo, prevedendo la ricostruzione del pacchetto stradale anche con materiali diversi da quelli presenti ed a suo tempo utilizzati.

N.B. IMPIANTO DI PRODUZIONE MATERIALE BITUMINOSO_ La ditta aggiudicataria si impegna ad utilizzare un impianto di produzione di conglomerati bituminosi che consenta l' utilizzo del materiale in cantiere entro e non oltre 60 minuti dal carico.

I lavori saranno completati, a seconda delle necessità, con la realizzazione e/o pulizia delle banchine stradali e delle caditoie di raccolta delle acque meteoriche, la realizzazione di nuovi allacci delle caditoie

alla pubblica rete di smaltimento acque piovane, l'eventuale sistemazione e/o sostituzione di rigini stradali, chiusini rotti e pozzetti danneggiati.

Si realizzerà anche la nuova segnaletica orizzontale (in particolare IN VERNICE BICOMPONENTE a maggior durabilità per le pavimentazioni stradali che verranno rinnovate su Sant'Orso e Zona Ex Caserma-Passeggi).

Gli interventi individuati durante i sopralluoghi con i tecnici dell'ufficio LL.PP., per la manutenzione sono comunque sostanzialmente interventi superficiali ed intermedi, mirati quindi al ripristino del tappetino d'usura e parzialmente al ripristino del cassonetto.

In aggiunta, su porzioni di pavimentazione stradale dove sono presenti recenti tracce / ripristini realizzati in seguito ai lavori sulle condutture di approvvigionamento idrico a cura dell'ente gestore, nel caso di intervento superficiale, al di sotto del tappetino di usura verrà posizionata una membrana (larghezza 1 mt) autotermodesiva per impermeabilizzazione, rafforzamento e ripartizione carichi su sottofondi stradali in conglomerati bituminosi.

Questi interventi verranno realizzati su Via Soncino, immissione di Via Bellandra su Via Pertini, oltre che su via Negusanti. E' previsto anche il rinnovamento del MARCIAPIEDI LATO BELLANDRA su VIA SONCINO; L'intervento verrà eseguito attraverso il ciclo di fresatura (sp. circa 3 cm) attraverso fresa applicata su bobcat data la ridotta ampiezza del percorso (larghezza media circa 2 mt), rifacimento del tappetino di usura previa mano d'attacco.

Il ripristino del cassonetto è stato stimato nel computo metrico in quote percentuali variabili in base ai sopralluoghi effettuati.

Inoltre per via Dante Alighieri, zona Sassonia in cui l'intendimento dell'Amministrazione è di concertare gli interventi anche con i residenti e le attività commerciali della via, tenuto conto quindi che ad oggi non si è in grado di decidere la soluzione definitiva, l'Amministrazione per questa via vuole procedere per il momento attraverso l'adozione di un provvedimento sperimentale. Per attuarlo è prevista esclusivamente la realizzazione di nuova segnaletica in modo sperimentale e sistemazione delle banchine; per tale zona pertanto in riferimento alla manutenzione del manto stradale è stata stimata solo una quota forfettaria di **riparazione delle buche esistenti**;

Per Zona Belgatto invece, per il lungo tratto che va da Strada del Carmine alla SP 45, data l'assenza di adeguate informazioni su esistenza e consistenza della sottofondazione stradale; l'intervento di riparazione prospettato è quello di una ricarica di Binder (stimata in h media 2 cm per metà della superficie totale), oltre che al rifacimento del tappetino di usura di 4 cm.

Su via del Carmine (tratto da Chiesa del Carmine a SP – Viale Romagna, di circa 500 mt), analogamente è previsto il rifacimento del solo tappetino di usura, previa fresatura dei due fianchi stradali per un'ampiezza di circa 2 mt per non creare deviazioni alla corretta regimazione delle acque meteoriche verso caditoie e bocche di lupo, che possano arrecare danni e disagi verso le proprietà private ai lati della strada.

La quota dei numerosi chiusini presenti in questo tratto dovrà essere rialzata ed adeguata alla superficie del nuovo tappetino.

MOBILITA' SOSTENIBILE

Una ridefinizione delle sezioni stradali che, oltre a meglio individuare una porzione dedicata in cui i ciclisti possano circolare in sicurezza, permetta di "migliorare" la qualità dell'intero asse viario.

All'interno di questo intendimento sono stati individuati i seguenti obiettivi:

- percorsi che incentivino l'uso della bicicletta;
- aumento della sicurezza stradale;
- aumento della permeabilità del suolo;
- aumento del decoro dello spazio pubblico;

Gli interventi previsti dal progetto riguardano opere accessorie, di pavimentazione, segnaletica, verticale ed orizzontale oltre che di pubblica illuminazione in alcuni casi per:

- ✓ NODO VIA BELLANDRA_VIA PERTINI e collegamento a percorso da via canale albani;
- ✓ ATTRAVERSAMENTO PEDONALE SU VIA CANALE ALBANI (penultimo prima della rotatoria di ingresso alla superstrada);
- ✓ ATTRAVERSAMENTO PEDONALE E CICLABILE SU VIA IV NOVEMBRE TRA VIA CANALE ALBANI E VIA DELL'ABBAZIA;
- ✓ RIDEFINIZIONE PERCORSI CICLABILE/CARRABILE/PEDONALE SU VIA IV NOVEMBRE FINO A VIA NEGUSANTI;
- ✓ ATTRAVERSAMENTO DA VIA DON GENTILI SU VIA IV NOVEMBRE;
- ✓ RIDEFINIZIONE STALLI E PERCORSI CICLABILE/CARRABILE/PEDONALE SU VIA NEGUSANTI;
- ✓ ATTRAVERSAMENTO PEDONALE SU VIALE BUOZZI;

Il contenuto dei documenti di progetto è ritenuto idoneo a consentire all'Appaltatore di valutare

esattamente e compiutamente i lavori da eseguire.

Devono comunque ritenersi compresi tutti quei lavori che, pur non espressamente indicati nella descrizione delle modalità esecutive delle singole lavorazioni, risultino comunque necessari per dare le lavorazioni stesse finite a perfetta regola d'arte e l'opera realizzata a perfetta regola d'arte e funzionante.

Le modalità dell'appalto verranno successivamente definite con apposita Determina a Contrarre, in base a quanto previsto dall'art. 192 del D. Lgs. 18 agosto 2000 n°267 e successive modificazioni ed integrazioni.

I lavori, per i quali vige l'obbligo di esecuzione da parte di installatori aventi i requisiti di cui alla legge n°17 del 26 febbraio 2007 ed al relativo regolamento approvato con d. m. n°37/2008, devono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso dei predetti requisiti; in caso contrario essi devono essere obbligatoriamente indicati in sede di gara come da subappaltare e realizzati da un'impresa subappaltatrice qualificata.

5. TEMPO PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI – SVILUPPO DEI LAVORI

I lavori oggetto del presente contratto devono essere ultimati entro 180 gg. giorni interi, naturali, consecutivi dalla data di consegna dei lavori stessi (art. 43 del D.P.R. n. 207/2010 e dell'art. 107 c. 5 del D.lgs n. 50/2016).

L'Appaltatore, qualora per causa ad esso non imputabile, non sia in grado di ultimare i lavori entro la scadenza del termine contrattuale, può chiedere proroghe, a norma dell'art. 107 del D.lgs n. 50/2016.

La Stazione appaltante si riserva il diritto di indicare all'Appaltatore le località ove debbano essere a preferenza iniziati i lavori e concentrati i mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto, anche in corso d'opera, dal pubblico interesse. Quando si tratta di lavori da eseguire su strade pubbliche, l'Appaltatore dovrà disporre affinché, in luogo di aumentare i cantieri in attività, sia intensificato il lavoro su pochi, così da ridurre al minimo possibile le interruzioni ed i disagi nella viabilità. L'Appaltatore non potrà per questo sollevare eccezioni o trarre motivi per la richiesta di maggiori compensi od indennizzi, essendo tutti i sopra citati oneri già compresi nei prezzi offerti in sede di gara. L'Impresa dovrà eseguire, a perfetta regola d'arte, tutte le opere previste nel presente capitolato speciale e nel progetto per dare completi e ultimati i lavori di cui all'art. 1. L'impresa è parimenti tenuta ad osservare gli ordini e le decisioni della D.L. sia in linea

tecnica che in linea amministrativa. Qualora nel corso dell'esecuzione dei lavori si constati che nel capitolato speciale o nei disegni di Progetto non siano stati specificati alcuni particolari costruttivi o caratteristiche tecnologiche, materiali, apparecchiature, impianti, ecc., necessari a giudizio insindacabile della D.L. per garantire la perfetta esecuzione delle varie opere ed il rispetto di Leggi, Norme, Regolamenti, ecc. vigenti, l'Impresa è tenuta a provvedervi in conformità agli ordini che in proposito la D.L. impartirà e senza che ad essa spetti alcun particolare compenso. L'esecuzione dovrà inoltre essere coordinata con le esigenze derivanti dalla contemporanea attività, nell'ambito del cantiere, di altre Imprese secondo le prescrizioni della D.L. L'appaltatore ha anche l'obbligo di eseguire il collocamento in opera di qualsivoglia materiale o apparecchiatura che gli venga ordinato dalla D.L., anche se forniti da altra Ditta. Resta comunque stabilito che l'Impresa rimarrà l'unica responsabile della perfetta riuscita del lavoro e della piena rispondenza di esso alle condizioni di contratto, tanto nei riguardi dei materiali impiegati e della esecuzione dei lavori, quanto per ciò che possa dipendere da imperfezioni rilevate nel progetto esecutivo e non preventivamente segnalate per iscritto alla Direzione Lavori. In caso di disaccordo tra i documenti di contratto (disegni di progetto, il presente capitolato speciale, ecc.) varranno le disposizioni più favorevoli all'Amministrazione o quelle che la D.L. a suo insindacabile giudizio, riterrà di adottare. La sorveglianza del personale dell'Amministrazione appaltante non esonera l'Impresa dalle responsabilità dell'esatto adempimento degli ordini e della perfetta esecuzione delle opere a norma del Contratto, nonché della scrupolosa osservanza delle regole dell'arte e dell'ottima qualità dei materiali impiegati, anche se eventuali deficienze fossero passate inosservate al momento dell'esecuzione. L'Amministrazione si riserva quindi, a giudizio insindacabile della D.L. ed in qualsiasi momento anche posteriore all'esecuzione delle opere e fino al collaudo definitivo, ogni più ampia facoltà di indagine e di sanzioni, ivi compresa la demolizione di opere male eseguite. L'Impresa è parimenti tenuta ad osservare il Piano di Sicurezza che fa parte integrante del contratto e le direttive del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori incaricato dal Committente ai sensi dell'art. 90 del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. A norma dell'art. 100, comma 5, del D.Lgs. n. 81/2008 durante l'esecuzione dei lavori e fermo quanto stabilito dal presente capitolato, può presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazione ed integrazione al Piano di sicurezza, sia per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Impresa, sia per garantire il rispetto delle 8 norme per la prevenzione degli infortuni e per la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso. A norma dell'art. 100, comma 5, del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. in nessun caso, le eventuali integrazioni possono giustificare modifiche o adeguamento dei prezzi pattuiti. A norma

dell'art. 102, del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. prima dell'accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. e delle modifiche significative apportate allo stesso, il datore di lavoro di ciascuna impresa esecutrice consulta il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza e gli fornisce eventuali chiarimenti sul contenuto del piano. Il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza ha facoltà di formulare proposte al riguardo.

6. PENALI

Per ogni giorno di ritardo nell'ultimazione dei lavori in argomento verrà applicata all'Appaltatore una penale giornaliera pari all'1‰ (uno per mille) dell'ammontare netto contrattuale.

7. PREZZO CHIUSO

Non sono ammesse revisioni dei prezzi e non si applica il primo comma dell'art. 1664 del Codice civile, salvo quanto previsto all'art. 106 del D.Lgs. n. 50 del 18/04/2016.

8. DICHIARAZIONE RELATIVA AI PREZZI

L'Amministrazione Appaltante ritiene in via assoluta che l'Appaltatore, prima di aderire all'appalto, abbia diligentemente visitato la località e si sia reso esatto conto dei lavori da eseguire, del luogo, come e dove si possa provvedere d'acqua e di energia elettrica, delle distanze, dei mezzi di trasporto e di ogni cosa che possa occorrere per dare i lavori tutti eseguiti a regola d'arte, e secondo le prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Di conseguenza i prezzi di cui all'elenco prezzi unitari previste per l'esecuzione dell'appalto ed eventualmente corretti, al netto degli oneri relativi all'attuazione dei piani di sicurezza, sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato Speciale d'Appalto, si intendono senza restrizione alcuna, accettati dall'Appaltatore come remunerativi di ogni spesa generale e particolare e sono invariabili per tutta la durata dell'appalto.

Fermo restando che il ribasso d'asta non può essere applicato agli oneri per la sicurezza, detti prezzi comprendono:

- a) per i materiali: ogni spesa per la fornitura, trasporto, cali, perdite, sprechi, ecc... nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera;
- b) per gli operai: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi e utensili del mestiere; nonché, quelle per assicurazioni sociali, per infortuni, ed ogni altro onere ed indennità fissate dalle

tariffe vigenti;

c) per i noli: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi d'opera pronti al loro uso, come ogni accessorio, comprensivi delle mercedi dovute ai rispettivi conducenti;

d) per i lavori a misura ed a corpo: tutte le spese per mezzi d'opera, assicurazioni di ogni specie; tutte le forniture occorrenti e loro lavorazione ed impiego, indennità di passaggi, di depositi di cantiere, di occupazioni temporanee e diverse; mezzi d'opera provvisori, nessuna esclusa, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa, ecc..., e quanto occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Impresa Appaltatrice dovrà sostenere a tale scopo, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco prezzi unitari;

e) per il conferimento a discarica dei materiali di risulta, il prezzo unitario si intende comprensivo degli oneri per lo smaltimento applicati dalla discarica.

1. NUOVI PREZZI

Quando sia necessario eseguire una specie di lavorazione non prevista dal contratto o adoperare materiali di specie diversa o proveniente da luoghi diversi da quelli previsti nel medesimo, i nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali sono determinati (in conformità all'art. 106 del

D. Lgs. n°50/2016) e formalmente approvati dalle parti e sono soggetti a ribasso d'asta.

2. LAVORI IN ECONOMIA

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire in economia esclusivamente quei lavori che per l'esigua entità e per specialità di esecuzione non sono valutabili a misura.

In particolare dovranno essere compilate apposite Liste Settimanali, sui modelli forniti dall'Amministrazione Comunale, dove si indicano le giornate degli operai, i noli, i mezzi d'opera nonché le provviste per la realizzazione delle opere da seguire in economia.

Le liste andranno consegnate in originale o in copia al Responsabile del procedimento secondo scadenze che verranno determinate dallo stesso all'inizio dei lavori.

I prezzi della mano d'opera, dei noli, dei trasporti e dei materiali saranno quelli desunti dal Prezzario Ufficiale della Regione Marche in materia di Lavori Pubblici.

Per eventuali voci mancanti i relativi prezzi saranno desunti dalle tariffe in vigore nella Provincia di Pesaro e Urbino all'epoca della prestazione (TABELLE C.C.I.A.A.), maggiorati del 15% per spese generali e quindi del 10% per utile dell'Impresa Appaltatrice, e con applicazione del ribasso d'asta

esclusivamente su questi ultimi due addendi.

3. RESPONSABILE DEI LAVORI

Il Responsabile del Procedimento di cui all'art. 31 del D. Lgs. 50/2016, assume il ruolo di Responsabile dei Lavori, ai fini del rispetto delle norme di sicurezza sulla salute dei lavoratori sul luogo del lavoro.

4. PIANI DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

I lavori di cui al presente appalto sono solo parzialmente soggetti all'applicazione delle disposizioni di cui al D.Lgs. n° 81/08 e successive modificazioni.

Il responsabile dei lavori si attiene alle misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D.lgs. 81/2008 e successive modificazioni.

L'appaltatore è comunque obbligato ad adottare le misure conformi alle prescrizioni di cui all'allegato XIII del D.Lgs. 81/2008 e successive modificazioni ed è tenuto a consegnare all'Amministrazione appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori (nei casi di consegna anticipata in pendenza del contratto), la seguente documentazione:

- il piano di sicurezza sostitutivo del piano di sicurezza e coordinamento;
- il piano operativo di sicurezza di cui all'art. 89, comma 1, lettera h), del D.Lgs. 81/08 riferito al singolo cantiere interessato dai lavori.

Nel caso in cui vi siano imprese subappaltatrici, l'appaltatore è tenuto a consegnare alla stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori in subappalto, il piano operativo di sicurezza di cui all'art. 89, comma 1, lettera h), del D.Lgs. 81/08 redatto da ciascuna delle imprese subappaltatrici.

Prima dell'inizio dei lavori l'impresa appaltatrice deve comunicare al Responsabile del procedimento il nominativo del Direttore Tecnico di Cantiere.

L'appaltatore, tramite il Direttore Tecnico del cantiere, è tenuto a vigilare sull'osservanza del piano di sicurezza e coordinamento da parte della propria impresa e delle imprese subappaltatrici eventualmente operanti nel cantiere, ed a curare il coordinamento di tutte le imprese presenti, al fine di rendere i rispettivi piani operativi di sicurezza coerenti e compatibili tra loro.

1. UFFICIO DELLA DIREZIONE DEI LAVORI

L'ufficio della direzione dei lavori, costituito ai sensi dell'art. 101 comma 2 del D.Lgs n° 50/2016, è preposto alla direzione ed al controllo tecnico, contabile ed amministrativo dell'esecuzione del

presente appalto secondo le vigenti disposizioni di legge e nel rispetto degli impegni contrattuali.

2. CONSEGNA DEI LAVORI D'URGENZA

Qualora via siano ragioni d'urgenza, previa autorizzazione del Responsabile del Procedimento, il Direttore dei Lavori potrà effettuare la consegna dei lavori anche subito dopo l'aggiudicazione o prima della stipulazione del contratto, ai sensi dell'art. 132, comma 8 del D.Lgs. n. 50/2016 e con le riserve di cui all'art. 3, comma 1 del D.Lgs. 08/08/1994 n. 490 e ss.mm.ii. in materia di antimafia.

3. SUBAPPALTO

L'affidamento in subappalto o in cottimo è sottoposto alle condizioni di cui all'art. 18, comma 3 e comma 9 della L. n. 55/90 e secondo le disposizioni di cui all'art. 105 del D.Lgs. 50/2016.

Il subappalto è il contratto con il quale l'appaltatore affida a terzi l'esecuzione di parte delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto. Costituisce comunque subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività del contratto di appalto ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera.

Ai sensi dell'art. 105 comma 2 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. il subappalto è ammesso nel limite massimo del 40% dell'importo complessivo del contratto e deve essere autorizzato dalla Stazione appaltante.

Ai sensi dell'art. 105 comma 4 lettera a) del D.Lgs 50/2016 e s.m.i. non sarà autorizzato il subappalto a favore di imprese che abbiano partecipato alle procedura di gara.

L'Appaltatore può richiedere l'autorizzazione al subappalto a condizione che:

- a) l'affidatario del subappalto non abbia partecipato alla procedura per l'affidamento dell'appalto;*
- b) il subappaltatore sia qualificato nella relativa categoria;*
- c) all'atto dell'offerta siano stati indicati i lavori o le parti di opere ovvero i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture che si intende subappaltare;*
- d) il concorrente dimostri l'assenza in capo ai subappaltatori dei motivi di esclusione di cui all'articolo 80.*

L'Appaltatore trasmette istanza di subappalto al servizio al RUP e in copia alla Direzione Lavori e al Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione.

L'istanza di autorizzazione al subappalto, inoltrata almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, deve contenere:

L'indicazione delle lavorazioni che intende subappaltare e la relativa categoria;

L'importo del sub-contratto (importo delle opere comprensiva della quota parte degli oneri di sicurezza);

La dichiarazione che le lavorazioni per cui si richiede il subappalto rientrano tra quelle indicate in sede di partecipazione alla gara;

La dichiarazione che non sussistono forme di controllo o di collegamento ai sensi dell'art. 2359 del Codice civile tra l'impresa Appaltatrice e quella Subappaltatrice;

La dichiarazione che nei confronti del subappaltatore non sussistono condizioni ostative previste dall'art. 67 del D.Lgs 159/2011 e s.m.i né tentativi di infiltrazione mafiosa di cui all'art. 84 del medesimo decreto.

All'istanza di autorizzazione al subappalto occorre allegare:

contratto di subappalto in originale oppure, se trasmesso con posta elettronica certificata, firmato digitalmente da appaltatore e subappaltatore, contenente: (1) ai fini della tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla legge 13 agosto 2010 n. 136, il numero dei conti correnti bancari o postali dedicati anche non in via esclusiva alle commesse pubbliche, unitamente alle generalità ed al codice fiscale delle persone delegate ad operare su di essi, (2) documentazione tecnica, amministrativa, grafica e l'elenco prezzi unitari applicati al subappaltatore secondo le indicazioni di cui all'art. 105 comma 14 del D.Lgs 50/2016;

a) certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti di qualificazione in relazione alla prestazione subappaltata;

b) dichiarazione del subappaltatore attestante l'assenza dei motivi di esclusione di cui all'art. 80 del D.Lgs 50/2016;

c) dichiarazione dell'impresa appaltatrice attestante l'esistenza o meno di eventuali forme di controllo e collegamento a norma dell'art. 2359 del Codice Civile con l'Impresa affidataria del subappalto;

d) dichiarazione dell'Impresa subappaltatrice dalla quale risulti (come previsto dall'art.1 del DPCM 11/05/1991 n°187) la composizione societaria, l'esistenza di diritti reali di godimento o di garanzia sulle azioni con diritto di voto sulla base delle risultanze del libro dei soci, delle comunicazioni ricevute e di qualsiasi altro dato a propria disposizione, nonché l'indicazione dei soggetti muniti di procura irrevocabile che abbiano esercitato il voto nelle assemblee societarie nell'ultimo anno o che ne abbiano comunque diritto. Tale dichiarazione deve essere resa solo in caso che l'impresa subappaltatrice sia costituita in forma di società per azioni, in accomandita per azioni, a responsabilità limitata, di società cooperativa per azioni.

Nel caso di consorzio i dati sopraindicati si devono riferire alle singole società consorziate che partecipano all'esecuzione dei lavori;

e) dichiarazione resa dal legale rappresentante dell'impresa sub-appaltatrice attestante di non aver assunto funzione di progettista nei riguardi del lavoro oggetto di appalto, né di aver svolto lavoro di studio o consulenza in ordine ai medesimi lavori e di non trovarsi in situazione di controllo o di collegamento ai sensi dell'art. 2359 del Codice Civile con i progettisti medesimi;

f) documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, ove presente, assicurativi e antinfortunistici;

g) Piano Operativo di Sicurezza;

La Stazione Appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione al subappalto entro 30 giorni dalla richiesta a meno di motivate richieste di integrazioni.

Il personale della ditta subappaltatrice è autorizzato ad entrare in cantiere solo dopo l'ottenimento dell'autorizzazione e dopo il positivo esame del Piano Operativo di Sicurezza da parte del Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione.

Per gli appalti di lavori non costituiscono comunque subappalto:

- l'affidamento di attività specifiche a lavoratori autonomi, per le quali occorre effettuare comunicazione alla stazione appaltante;

- la subfornitura a catalogo di prodotti informatici;

- l'affidamento di servizi di importo inferiore a 20.000,00 euro annui a imprenditori agricoli nei comuni classificati totalmente montani di cui all'elenco dei comuni italiani predisposto dall'Istituto nazionale di statistica (ISTAT), ovvero ricompresi nella circolare del Ministero delle finanze n. 9 del 14 giugno 1993, pubblicata nel supplemento ordinario n. 53 alla Gazzetta ufficiale della Repubblica italiana n. 141 del 18

giugno 1993, nonché nei comuni delle isole minori di cui all'allegato A annesso alla legge 28 dicembre 2001, n. 448 ;

- le prestazioni rese in favore dei soggetti affidatari in forza di contratti continuativi di cooperazione, servizio e/o fornitura sottoscritti in epoca anteriore alla indizione della procedura finalizzata alla aggiudicazione dell'appalto. I relativi contratti sono depositati alla stazione appaltante prima o contestualmente alla sottoscrizione del contratto di appalto;

- le forniture senza prestazione di manodopera.

Relativamente alle forniture con posa in opera e i noli a caldo di cui all'art 105 comma 2 del D.Lgs 50/2016, quando il bene da porre in opera viene trasformato all'interno del cantiere o, in altri termini, quando il materiale fornito diviene bene e la posa in opera svolta in cantiere, non consiste in un'attività puramente accessoria, ma costituisce l'esecuzione di parte delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto con l'impiego di manodopera, si ritiene sussistente il subappalto a prescindere dalle soglie indicate nel suindicato articolo.

L'Appaltatore trasmette comunicazione di sub-affidamento e/o subfornitura al RUP e in copia alla Direzione Lavori e al Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, almeno 20 giorni prima del programmato ingresso in cantiere.

La comunicazione di sub-affidamento e/o subfornitura deve contenere:

- a) L'indicazione delle lavorazioni (fornitura con posa in opera e/o noli a caldo con riferimento all'Offerta a prezzi unitari) che intende subaffidare e la relativa categoria;
- b) L'importo del sub contratto (importo delle opere comprensiva della quota parte degli oneri di sicurezza);
- c) La dichiarazione che le lavorazioni per cui si richiede il sub-affidamento e/o subfornitura rientrano tra quelle indicate in sede di partecipazione alla gara;
- d) La dichiarazione che non sussistono forme di controllo o di collegamento ai sensi dell'art. 2359 del Codice civile;
- e) La dichiarazione che nei confronti del subaffidatario non sussistono condizioni ostative previste dall'art. 67 del D.Lgs 159/2011 e s.m.i nè tentativi di infiltrazione mafiosa di cui all'art. 84 del medesimo decreto.

Alla comunicazione di sub-affidamento e/o subfornitura occorre allegare:

- contratto di sub-affidamento e/o subfornitura
- Piano Operativo di Sicurezza o Verbale di coordinamento

Il sub-affidamento e/o subfornitura è comunque soggetta a Nulla Osta da parte della Stazione Appaltante.

Il personale della ditta sub-fornitrice e/o sub-affidataria è autorizzato ad entrare in cantiere solo dopo l'ottenimento del Nulla Osta da parte della Stazione Appaltante e dopo il positivo esame del Piano Operativo di Sicurezza o Verbale di coordinamento da parte del Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione. Ai sensi dell'Art. 92 del D.Lgs i termini per l'analisi del POS o del Verbale di coordinamento sono di dieci giorni dalla presentazione.

Se l'appaltatore intende avvalersi della fattispecie disciplinata dall'articolo 30 del decreto legislativo n. 276/2003 (distacco di manodopera) deve trasmettere, almeno 20 giorni prima della data di effettivo utilizzo della manodopera distaccata, apposita comunicazione con la quale dichiara:

- a) di avere in essere con la società distaccante un contratto di distacco (da allegare in copia);
- b) di volersi avvalere dell'istituto del distacco per l'appalto in oggetto indicando i nominativi dei soggetti distaccati;
- c) che le condizioni per le quali è stato stipulato il contratto di distacco sono tuttora vigenti e che non si ricade nella fattispecie di mera somministrazione di lavoro.

La comunicazione deve indicare anche le motivazioni che giustificano l'interesse della società distaccante a ricorrere al distacco di manodopera se questa non risulta in modo evidente dal contratto tra le parti di cui sopra. Alla comunicazione deve essere allegata la documentazione necessaria a comprovare in capo al soggetto distaccante il possesso dei requisiti generali di cui all'articolo 80 del D.Lgs. 50/2016. L'amministrazione committente, entro 15 giorni dal ricevimento della comunicazione e della documentazione allegata, può negare l'autorizzazione al distacco se in sede di verifica non sussistono i requisiti di cui sopra.

4. RESPONSABILITA' IN MATERIA DI SUBAPPALTO

L'appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.

Il direttore dei lavori e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del decreto legislativo n. 81 del 2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e del subappalto.

Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dalle norme vigenti.

Il subappalto non autorizzato comporta la segnalazione all'Autorità Giudiziaria ai sensi del decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246.

Pagamento dei subappaltatori

La Stazione Appaltante provvede a corrispondere direttamente l'importo delle prestazioni da loro eseguite solo nei casi previsti dall'art. 105 comma 13 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.

I pagamenti al subappaltatore sono effettuati dalla Stazione Appaltante, sono subordinati:

all'acquisizione del DURC del subappaltatore, da parte della stazione appaltante

- all'ottemperanza alle prescrizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti;

- all'ottemperanza alle prescrizioni in materia di Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera.

L'appaltatore è obbligato a trasmettere alla Stazione Appaltante, tempestivamente e comunque prima della contabilizzazione e dall'emissione di ciascun stato di avanzamento lavori, una comunicazione che indichi la parte dei lavori eseguiti dai subappaltatori, specificando i relativi importi ed eventuali ritenute di garanzie applicate, la quota relativa agli oneri di sicurezza, individuazione della categoria di lavoro ai fini del rilascio del Certificato di Esecuzione Lavori. La nota deve essere controfirmata anche dal relativo subappaltatore.

Qualora l'affidatario non trasmetta le fatture quietanziate del subappaltatore o del cottimista o del fornitore, a cui debbono essere allegati i documenti bancari comprovanti l'avvenuto pagamento, entro il predetto termine (e comunque almeno 20 gg dall'emissione del SAL), la stazione appaltante sospende l'emissione del successivo certificato di pagamento a favore dell'affidatario.

5. PRESA IN CONSEGNA ANTICIPATA

Qualora l'Amministrazione appaltante abbia necessità di occupare od utilizzare l'opera realizzata prima che venga emesso il Certificato di collaudo provvisorio o il Certificato di regolare esecuzione, può procedere alla presa in consegna anticipata ai sensi dell'art. 230 del D.P.R. n. 207/2010 ed a condizione che l'occupazione e l'uso dell'opera sia possibile nei limiti di sicurezza, senza inconvenienti nei riguardi dell'Amministrazione stessa e senza ledere i patti contrattuali.

A tal fine si redige apposito verbale sottoscritto oltre che dall'Impresa Appaltatrice anche dal Direttore dei Lavori e dal Responsabile del Procedimento.

6. VALUTAZIONE DEI LAVORI - CONDIZIONI GENERALI

Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e negli altri atti contrattuali.

Devono, comunque, intendersi comprese nei prezzi di elenco contrattuali anche tutte quei lavori di dettaglio che, pur non espressamente indicati nelle singole voci di elenco prezzi, risultino comunque necessari per l'esecuzione delle lavorazioni stesse, a perfetta regola d'arte e nel rispetto delle vigenti norme tecniche cui sono soggette, senza che l'Appaltatore possa avanzare al riguardo alcuna pretesa di carattere economico.

7. MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA

La contabilizzazione dei lavori si effettua "a misura".

I lavori a misura verranno misurati secondo quanto previsto dal Prezzario Regione Marche approvato con **deliberazione della Giunta regionale n. 710 del 18/06/2019, pubblicata sul BUR n. 49 del 21/06/2019** applicato alle varie categorie di lavorazioni.

La misurazione dei lavori verrà effettuata dal Direttore dei Lavori o da chi per esso, alla presenza dell'Appaltatore; se questi si rifiuta di presenziare alle misure o di firmare i libretti delle misure o i brogliacci, il Direttore dei Lavori procede alla presenza di due testimoni, i quali devono firmare i libretti o i suddetti brogliacci.

Le misure saranno valutate con metodi geometrici, o a numero, o a peso, ove è possibile ed a seconda dei casi, o si applicheranno quelle regole pratiche che presentano la maggiore veridicità.

La valutazione di tutte le opere verrà effettuata applicando alle singole quantità i relativi prezzi unitari dell'elenco di cui all'art. 8 della Parte Prima del presente Capitolato Speciale d'Appalto. In

tali prezzi unitari s'intende compreso e compensato, senza eccezione alcuna, ogni onere per dare ultimato il lavoro a perfetta regola d'arte, sotto le condizioni stabilite dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, dagli elaborati progettuali, e secondo le modalità di esecuzione prescritte in ogni voce.

Per tutte le opere dell'Appalto, le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, salvo quanto dovrà essere contabilizzato a corpo, a numero, a peso od a tempo in conformità a quanto stabilito in progetto. La misurazione dei lavori e la redazione della contabilità sono sottoposte alle condizioni e norme del D.M. n. 49 del 07/03/2018 e del D.P.R. 207/2010 e del Decreto del Ministero dei lavori pubblici 19 aprile 2000 n. 145 per la parte ancora in vigore e quanto non incompatibili con le disposizioni dettate dal D.Lgs. n. 50/2016 e smi e dal D.M. n. 49 del 07/03/2018.

L'Appaltatore dovrà tempestivamente chiedere al Direttore dei Lavori la misurazione in contraddittorio di quelle opere e somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare.

Resta pertanto tassativamente convenuto che, se per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, tali quantità o qualità non fossero accertate in contraddittorio, l'Appaltatore dovrà accettare la valutazione che verrà fatta dalla D.L. e sottostare alle spese e danni che per tardiva ricognizione gli potessero derivare.

Le opere di dimensioni maggiori alle prescritte, qualora vengano tollerate a giudizio insindacabile della D.L., saranno contabilizzate per le sole dimensioni ordinate in progetto; le opere di dimensioni inferiori alle prescritte, qualora vengano tollerate a giudizio insindacabile della D.L. saranno contabilizzate per le dimensioni reali. Non sono valutati, ai fini contabili, i manufatti ed i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla direzione dei lavori.

8. ANTICIPAZIONE e RATE DI ACCONTO

1. Ai sensi dell'articolo 35, comma 18 del D. Lgs. 50/2016, è prevista la corresponsione, in favore dell'appaltatore, di un'anticipazione del prezzo, pari al 20% (per cento) - e comunque pari a norma di legge in caso di aggiornamenti normativi - dell'importo contrattuale, da erogare dopo la sottoscrizione del contratto medesimo ed entro 15 giorni dall'effettivo inizio dei lavori accertato dal RUP.

2. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla prestazione, da parte dell'appaltatore, di apposita garanzia fideiussoria o assicurativa, alle seguenti condizioni:

importo garantito almeno pari all'anticipazione, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa in base al periodo previsto per la compensazione secondo il cronoprogramma dei lavori;

l'importo della garanzia viene gradualmente ed automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in proporzione alle quote di anticipazione recuperate in occasione di ogni parziale compensazione, fino all'integrale compensazione;

la garanzia è prestata mediante presentazione di atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato, ai sensi del D. Lgs. 385/1993, o polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme alla scheda tecnica 1.3, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.3 allegato al predetto decreto;

per quanto non previsto trova applicazione l'articolo 3 del decreto del Ministro del tesoro 10 gennaio 1989.

3. L'anticipazione è compensata mediante trattenuta sull'importo di ogni certificato di pagamento, di un importo percentuale pari alla percentuale dell'anticipazione a titolo di graduale recupero della medesima; in ogni caso all'ultimazione dei lavori l'importo dell'anticipazione deve essere compensato integralmente.

4. L'appaltatore decade dall'anticipazione, con l'obbligo di restituzione, se l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattuali, per ritardi a lui imputabili. In tale caso, sulle somme restituite, spettano alla Stazione appaltante anche gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

5. La Stazione appaltante procede all'escussione della fideiussione di cui al comma 2 in caso di insufficiente compensazione ai sensi del comma 3 o in caso di decadenza dell'anticipazione di cui al comma 4, salvo che l'appaltatore provveda direttamente con risorse proprie prima della predetta escussione.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori saranno erogati all'Appaltatore pagamenti in rate di acconto dell'importo, al netto della ritenuta di garanzia per infortuni dello 0,50%, corrispondenti alla somma del credito dovuto all'Impresa ogni volta che questo, per lavori regolarmente eseguiti in base ai dati desunti dai documenti contabili e dello stato di avanzamento dei lavori, ammonti a € 150.000,00 (centocinquantamila/00) al netto del ribasso contrattuale e dell'importo dovuto per oneri relativi all'attuazione dei piani di sicurezza (non soggetto a ribasso) calcolato in proporzione all'importo dei lavori contabilizzati.

In deroga al limite della somma della rata di acconto sopra prevista, se i lavori eseguiti

raggiungono un importo pari o superiore al 90% (novanta per cento) dell'importo contrattuale, può essere emesso uno stato di avanzamento per un importo inferiore a quello minimo previsto, ma comunque non superiore al 95% (novantacinque per cento) dell'importo contrattuale. Non può essere emesso alcun stato di avanzamento quando la differenza tra l'importo contrattuale e i certificati di pagamento già emessi sia inferiore al 10 % (dieci per cento) dell'importo contrattuale medesimo.

Il termine per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo di appalto non può superare i quarantacinque giorni a decorrere dalla maturazione di ogni stato di avanzamento dei lavori.

Il termine per disporre il pagamento degli importi dovuti in base al certificato non può superare i trenta giorni a decorrere dalla data di emissione del certificato stesso.

Il termine di pagamento della rata di saldo e di svincolo della garanzia fidejussoria non può superare i novanta giorni dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione. Nel caso l'appaltatore non abbia preventivamente presentato garanzia fidejussoria, il termine di novanta giorni decorre dalla presentazione della garanzia stessa.

L'emissione dei certificati di pagamento e delle liquidazioni sono subordinati alla richiesta agli enti previdenziali ed assistenziali delle certificazioni attestanti l'avvenuto versamento dei contributi, secondo quanto prescritto dalla normativa vigente al momento del pagamento.

In caso di irregolarità contributive segnalate all'Amministrazione appaltante da parte degli enti previdenziali ed assistenziali e dall'Ispettorato del Lavoro, l'Amministrazione, procederà secondo quanto prescritto in materia dalla normativa vigente. Analoga procedura viene attivata nei confronti dell'Appaltatore quando venga accertata un'inadempienza da parte della ditta subappaltatrice. Il pagamento di dette somme non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che ai dipendenti dell'Appaltatore sia stato corrisposto quanto dovuto, ovvero che la vertenza è stata definita. Per tale sospensione o ritardo nei pagamenti, l'Appaltatore non può opporre eccezioni alla Stazione Appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni o ad interessi di sorta.

Qualora sia stata eseguita l'anticipazione ai sensi dell'art. 35 comma 18 del D.Lgs 50/2016 su l'importo di ogni certificato di pagamento è operata una trattenuta di un importo percentuale pari alla percentuale dell'anticipazione a titolo di graduale recupero della medesima.

All'ultimazione dei lavori si farà luogo al pagamento dell'ultima rata di acconto, al netto della ritenuta di garanzia dello 0,50% e della rata di saldo di importo pari alla somma del

credito residuo per lavori regolarmente eseguiti e completati, desunto dall'ultimo stato di avanzamento lavori, e dell'importo a saldo degli oneri relativi all'attuazione dei piani di sicurezza.

L'importo dovuto per oneri relativi all'attuazione dei piani di sicurezza rimane quello stabilito all'Art. 1 del Contratto d'Appalto, anche se l'importo finale dei lavori dovesse variare in più o in meno, purché la variazione sia contenuta nel 20%.

Si procederà, previa costituzione di garanzia fideiussoria, al pagamento della rata di saldo, alla restituzione delle ritenute di garanzia (0,50%) ed allo svincolo della garanzia fideiussoria relativa alla cauzione definitiva, dopo che sarà stata riconosciuta l'ammissibilità del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e comunque non oltre novanta giorni dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.

1. PAGAMENTI A SALDO

1. Il conto finale dei lavori è redatto dal Direttore dei lavori entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale, e trasmesso al R.U.P.; col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di regolare esecuzione o collaudo e alle condizioni di cui al successivo comma 4.

2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del R.U.P., entro il termine perentorio di 30 (trenta) giorni; se l'appaltatore non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato.

3. Il R.U.P., entro i successivi 60 (sessanta) giorni redige una propria Relazione Finale riservata, con la quale esprime il proprio parere motivato sulla fondatezza delle eventuali domande dell'esecutore.

4. La rata di saldo, unitamente alle ritenute di cui al precedente articolo 27, comma 2, nulla ostando, è pagata entro 30 giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di regolare esecuzione o collaudo previa presentazione di regolare fattura fiscale, ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n.267.

5. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

6. Il pagamento della rata di saldo è disposto solo a condizione che l'appaltatore presenti apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 103, comma 6, del D. Lgs. 50/2016, emessa nei termini e alle condizioni che seguono:

un importo garantito almeno pari all'importo della rata di saldo, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato al periodo di due anni di efficacia dalla data di erogazione della rata di saldo con estinzione due anni dopo l'emissione del certificato di regolare esecuzione o collaudo;

prestata con atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o con polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme alla scheda tecnica 1.4, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.4 allegato al predetto decreto.

7. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati all'accertamento, da parte dell'amministrazione committente entro 24 (ventiquattro) mesi dall'ultimazione dei lavori riconosciuta e accettata.

8. L'appaltatore e il direttore dei lavori devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

1. ANTICIPAZIONE DEL PAGAMENTO DI TALUNI MATERIALI

1. Non è prevista l'anticipazione del pagamento sui materiali o su parte di essi.

PARTE SECONDA

(Specificazione delle prescrizioni tecniche)

Art. 23 - MODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI – DIFETTI DI COSTRUZIONE

In linea generale l'Appaltatore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine indicato nel verbale di consegna, purché la Direzione dei Lavori non ritenga la scelta pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Ente Appaltante.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione del lavoro nel modo che riterrà più conveniente, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di particolari compensi.

Nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore si atterrà alle migliori regole dell'arte, alle norme contrattuali ed alle disposizioni che gli venissero date per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Non verranno accreditati i lavori che, nella qualità o nella quantità o nel modo di esecuzione, non fossero conformi alle succitate prescrizioni.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore curerà la conservazione degli elementi occorrenti per riconoscere l'opera all'epoca del collaudo, la natura e la quantità del lavoro eseguito.

In caso di motivati dubbi sulla regolare esecuzione delle opere, il Direttore dei Lavori potrà esigere quegli assaggi, prove, brecce o demolizioni necessari per le verifiche nonché le conseguenti ricostruzioni, a totale spese dell'Appaltatore.

In presenza di difetti di costruzione ed esecuzione accertati dal Direttore dei Lavori, si procederà ai sensi degli artt. 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto.

Art. 24 - OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla Direzione Lavori, su supporto cartografico o magnetico-informatico.

L'Appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori.

Prima dell'ultimazione dei lavori stessi, e comunque a semplice richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa Direzione Lavori.

L'Appaltatore deve produrre alla Direzione dei Lavori un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione, ovvero a richiesta della Direzione dei Lavori.

La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state eseguite.

Art. 25 - APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI - CUSTODIA DEI CANTIERI

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e nelle voci dell'Elenco Prezzi Unitari di contratto ed essere della migliore qualità.

Possono essere messi in opera solo dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori.

In ogni caso per l'accettazione, la qualità, l'impiego dei materiali, e per gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche, valgono le disposizioni riportate all'art. 101 comma 3 del Codice.

E' fatto obbligo all'Appaltatore di presentare, ai sensi dell'art. 43, comma 3, del D.P.R. n. 207/2010, le certificazioni di qualità sia per quei prodotti per i quali le vigenti normative lo prevedono sia per tutti quei prodotti forniti ed installati dall'Appaltatore e/o dai subappaltatori, per i quali il Direttore Lavori ritenga indispensabile acquisirle, a garanzia di corretta posa e di buon funzionamento degli stessi.

Il possesso dei requisiti riportati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, per ogni materiale e prodotto, sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE di ogni materiale e prodotto (anche eventualmente attraverso sopralluogo al sito di produzione con prelievo campioni di cui alle suddette certificazioni, preventivo all'inizio dei lavori).

I documenti devono essere consegnati alla Direzione Lavori entro e non oltre 5 (cinque) giorni naturali consecutivi dalla firma del contratto e comunque almeno 15 giorni prima della consegna dei lavori, in caso di consegna lavori nelle more del contratto. Nel caso in cui le rispettive marchiature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi. Una volta accettati i materiali ed i prodotti da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze di Capitolato. Nel caso in cui tali documenti non vengano consegnati al momento prescritto come sopra indicato, si prevede una penale del 5% sulla valutazione economica del materiale o prodotto, per il quale non risultano consegnati i documenti di prequalifica, come previsto ed indicato negli elaborati di progetto, applicando il prezzo di aggiudicazione gara. Non sono autorizzate lavorazioni che implicano l'utilizzo di materiali non provvisti di documenti di prequalifica accettati formalmente dalla Direzione Lavori, pena la loro rimozione a cura e spese dell'Appaltatore.

Ad insindacabile giudizio dell'Amministrazione appaltante, qualora l'Appaltatore non provveda tempestivamente all'approvvigionamento dei materiali occorrenti per assicurare l'esecuzione dei lavori entro i termini stabiliti dal contratto, l'Amministrazione appaltante potrà diffidare l'Appaltatore a provvedere a tale approvvigionamento entro un termine perentorio, anche con semplice ordine di servizio.

Scaduto tale termine infruttuosamente, l'Ente appaltante potrà provvedere all'approvvigionamento dei materiali predetti, nelle quantità e qualità che riterrà più opportune, dandone comunicazione all'Appaltatore, precisando la qualità ed i prezzi dei materiali e l'epoca in cui questi potranno essere consegnati all'Appaltatore stesso.

In tal caso detti materiali saranno contabilizzati a debito dell'Appaltatore, al loro prezzo di costo a piè d'opera, maggiorato dell'aliquota del 5% (cinque per cento) per spese generali sostenute dell'Ente appaltante, mentre l'altra parte dei lavori continueranno ad essere contabilizzati all'Appaltatore ai prezzi di contratto.

Per effetto del provvedimento di cui sopra l'Appaltatore è senz'altro obbligato a ricevere in consegna tutti i materiali ordinati dall'Appaltante e ad accertarne il relativo addebito in contabilità, restando esplicitamente stabilito che, ove i materiali così approvvigionati risultino eventualmente esuberanti al fabbisogno, nessuna pretesa od eccezione potrà essere sollevata dall'Appaltatore stesso, che in tal caso rimarrà proprietario del materiale residuo.

L'adozione di siffatto provvedimento non pregiudica in alcun modo la facoltà dell'Appaltante di applicare, in danno dell'Appaltatore, gli altri provvedimenti previsti nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e dalle vigenti leggi.

E' a carico e a cura dell'Appaltatore la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della Stazione appaltante e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione appaltante. L'eventuale custodia

continuativa dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste dalla qualifica di guardia particolare giurata. L'inosservanza di tale norma sarà punita ai sensi dell'art. 22 della Legge 13 settembre 1982 n. 646.

Art. 26 - MATERIALI IN GENERE

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere potranno provenire da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto e, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

a) Acqua per gli impasti.

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non contenere solfati e cloruri in percentuale dannosa; è tassativamente vietato l'impiego di acqua di mare per calcestruzzi armati e per le strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

b) Calci

Le calci aeree (grasse, magre o idrate) e le calci idrauliche (naturali o artificiali) risponderanno ai requisiti stabiliti dalle leggi vigenti in materia e saranno fornite e conservate perfettamente asciutte.

B,1) INCOMPATIBILITÀ DELLA CALCE

Esistono varie condizioni di incompatibilità nel caso della calce che vengono indicate nella tabella seguente e che dovranno essere tenute nella dovuta considerazione nell'impiego e durante la posa in opera dei materiali:

<i>TIPO DI PROBLEMA</i>	<i>MATERIALI</i>	<i>CONSEGUENZE</i>	<i>RIMEDI</i>
residui	granulati su calce	granulati con impurità sono causa di macchiatura della calce	accurato lavaggio prima dell'impiego - per i restauri usare sabbie di cava
reazioni chimiche	granulati su calce	granulati gessosi o con tenore metallico generano crateri o fessurazioni superficiali	evitare l'impiego di granulati gessosi o con tenore metallico specialmente in presenza di umidità
rigonfiamento	legno compensato su calce	umidità presente nel compensato rinviata alla calce con deterioramento	inserire fogli in plastica tra legno e calce
dilatazione	ceramiche su calce idraulica	la dilatazione delle ceramiche può provocare fessurazioni sulla calce idraulica	utilizzare calce aerea
dilatazione	materie plastiche su calce	la dilatazione delle plastiche induce deformazioni sulla calce	evitare il contatto della calce con le plastiche
respirazione	materie plastiche ed elastomeri su	le resine impediscono la respirazione della calce	applicare resine o materie plastiche ad essiccamento della

	calce	generando rigonfiamenti e distacchi	calce già avvenuto
aderenza	materie plastiche ed elastomeri su calce	scarsa aderenza tra materie plastiche e calce con distacchi	creazione di giunti o eliminare i carichi agenti sulle plastiche e calce

c) Cementi

I cementi e gli agglomerati cementizi risponderanno ai requisiti stabiliti dalla Legge 26/5/1965, n. 595. Dovranno essere forniti e conservati perfettamente asciutti; tutte le forniture di cemento dovranno avere adeguate certificazioni attestanti qualità, provenienza e dovranno essere in perfetto stato di conservazione; si dovranno eseguire prove e controlli periodici ed i materiali andranno stoccati in luoghi idonei. Tutte le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dal progetto o dalla D.L.

d) Gessi

Il gesso sarà di recente cottura, fornito e conservato perfettamente asciutto, macinato da non lasciar residui sullo staccio di 56 maglie a cmq.;

e) Ghiaia, pietrisco e sabbia per calcestruzzi

La ghiaia, la sabbia e il pietrisco da impiegare nella formazione di calcestruzzi scevri da sostanze friabili o terrose, polverulenti, organiche o comunque dannose saranno bene assortiti in grandezza e costituiti da grani resistenti e non gelivi, provenienti da rocce compatte non gessose né decomposte; saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso. Tutte le caratteristiche, la provenienza e la granulometria saranno soggette alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

f) Inerti per pavimentazioni

- *pietrischi - pietrischetti - graniglie - sabbie - additivi*: dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

- *ghiaie - ghiaietti*: dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nelle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso per decantazione di acqua superiore al 2%.

g) Laterizi

I laterizi pieni e forati, risponderanno ai requisiti stabiliti dalle leggi e norme U.N.I., vigenti in materia. Essi saranno scevri nella massa da impurità, avranno facce lisce e spigoli regolari e sani, presenteranno alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme, daranno suono chiaro alla percussione, asciugheranno all'aria rapidamente l'acqua assorbita, non sfalderanno e non sfioriranno sotto l'influenza di agenti atmosferici e di soluzioni saline, non screpoleranno al fuoco.

Essi presenteranno una resistenza minima alla compressione di Kg. 100 a cmq. per i laterizi pieni e di Kg. 16 a cmq. per i laterizi forati.

h) Materiali ferrosi e metalli vari

I materiali ferrosi in genere ed i metalli vari saranno ben fusi o laminati a seconda della specie, esenti da difetti, di screpolature, di bruciature od altro che ne vizi la forma o ne alteri la resistenza o la durata. Essi dovranno rispondere ai requisiti stabiliti dalle leggi vigenti in materia;

i) Acciai per cemento armato

Tutti gli acciai per c.a. dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata e rispondere ai requisiti previsti dalle norme in vigore all'epoca in cui si esegue l'opera;

l) Tubazioni

I tubi di ghisa saranno esenti da ogni difetto di fusione, di spessore uniforme e senza soluzione di continuità, a richiesta della Direzione dei Lavori saranno incatramati a caldo internamente ed esternamente. I tubi di acciaio saranno trafilati e perfettamente calibrati. Quando saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo.

I tubi di grès saranno di vero grès ceramico a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, liscio e chimicamente immedesimato con la pasta ceramica, privi di screpolature e non deformati, daranno suono argentino alla percussione, risulteranno inattaccabili dagli alcali e dagli acidi concentrati ad eccezione del fluoridrico ed impermeabili in modo che un pezzo perfettamente secco immerso nell'acqua non ne assorba più del 3,50% in peso; provati isolatamente essi resisteranno ad una pressione interna di almeno 3 atmosfere.

I tubi di cemento, confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, saranno ben stagionati, compatti, levigati, scevri di screpolature, rettilinei ed a sezione perfettamente circolare, di spessore uniforme, i grani del ghiaietto dovranno rompersi sotto il martello, senza distaccarsi dalla malta;

I tubi prefabbricati realizzati con miscela a base di policloruro di vinile plastificato (rigido) PVC, devono avere caratteristiche e spessori conformi alla normativa vigente serie SN8 KN/m² SDR 34 (tipo 303/2), con giunto del tipo a bicchiere completi di anello elastomerico, forniti delle certificazioni di corrispondenza del materiale alle norme vigenti.

Le caratteristiche di ciascun tipo di tubazione saranno definite dalla normativa vigente e dalle specifiche particolari previste per i diversi tipi di applicazioni o impianti di utilizzo

m) Bitumi - Emulsioni bituminose - Catrami

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme tecniche previste al momento dell'esecuzione dei lavori.

n) Bitumi liquidi

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme tecniche previste al momento dell'esecuzione dei lavori.

o) Legnami

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni delle norme U.N.I. vigenti, saranno provvisti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i

diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

Art. 27 - RIFACIMENTO DEI DANNI ALLE CONDUTTURE

L'Appaltatore è tenuto ad accertare la presenza o meno nell'ambito del cantiere, di condutture elettriche, telefoniche, idriche e ad individuare l'esatta ubicazione; eventuali danni causati a dette condutture ed impianti saranno addebitati all'Appaltatore.

Art. 28 - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori definiti e provvisori, saranno eseguiti secondo le migliori regole d'arte e secondo le prescrizioni che in corso di esecuzione verranno date dalla Direzione dei Lavori, rimanendo stabilito che l'Impresa Appaltatrice attuerà, a sue cura e spese, tutti i provvedimenti necessari per evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose, intendendosi pertanto che l'Amministrazione Appaltante resterà sollevata ed indenne da qualsiasi responsabilità verso terzi e da qualunque molestia giudiziaria che dovessero derivare dalla esecuzione dei lavori.

In particolare l'Impresa Appaltatrice dovrà adottare tutte le cautele del caso nell'esecuzione delle opere destinate ad assicurare il transito provvisorio durante la esecuzione dei lavori, nonché le cautele ed i mezzi d'opera atti a prevenire i danni che potessero verificarsi ai fabbricati, servizi e beni circostanti in dipendenza della esecuzione dei lavori ed accertare, eventualmente in contraddittorio con i proprietari od Enti interessati, la consistenza dei fabbricati, beni o servizi rimanendo fin d'ora pattuito che l'Impresa Appaltatrice ed essa sola è responsabile degli eventuali danni ad essi arrecati, e come tale è tenuta al loro risarcimento.

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale.

L'Amministrazione si riserva il diritto insindacabile di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

I prodotti ed i materiali impiegati per l'esecuzione dell'opera oggetto del presente appalto, devono possedere requisiti tecnici specifici a garanzia della qualità e del buon funzionamento degli stessi.

Per tutte quelle categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e nelle voci descrittive di ogni lavorazione, prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica, attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione dei Lavori.

Per quanto riguarda il modo di esecuzione di ogni singola categoria di lavoro, si rimanda alla relativa voce dell'elenco prezzi unitari che fa parte integrante del contratto

Art. 29 - TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che indicherà la Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare, con precisione, l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori di terra siano connesse opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 30 - PREPARAZIONE PIANO DI POSA RILEVATO STRADALE O FONDAZIONE IN TRINCEA

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo, l'Impresa farà seguire, se richieste, le prove in modo da stabilire la natura del terreno e le sue caratteristiche.

Nella formazione del piano di posa del rilevato, si provvederà anzitutto al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed al loro trasporto fuori dell'area di sede stradale; si eseguirà poi la rimozione del terreno vegetale sottostante la intera area di appoggio per una profondità di cm. 20.

Detta profondità potrà essere anche maggiorata qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga necessario e lo ordini; in questo ultimo caso lo scavo a profondità oltre i cm. 20, verrà considerato o compensato come scavo di sbancamento per la bonifica del piano di posa del rilevato.

Anche in tal caso, l'Impresa è tenuta ad effettuare lo smaltimento delle acque dagli scavi anzidetti.

Il terreno rimosso dovrà essere trasportato alle discariche dall'Impresa, la quale potrà anche trattenere ed accatastare ai lati del rilevato il terreno coltivo necessario al rivestimento delle scarpate ed alla formazione di eventuali spartitraffico purché non venga impedito lo smaltimento delle acque di cui al precedente capoverso. L'impresa avrà inoltre l'obbligo di asportare senza per questo pretendere alcun compenso, tutti i residui di terreno vegetale come radici, ceppi, sterpi e tutti i materiali che possono comunque essere ritenuti dannosi alla buona riuscita del lavoro.

Effettuata la rimozione dello strato vegetale nonché la pulizia da materie estranee, come sopra indicato, si dovrà procedere alla preparazione del piano di posa del rilevato eseguendo tutte le verifiche, i lavori e le operazioni ritenute necessarie dalla Direzione dei Lavori.

Quando i rilevati da eseguire restano addossati a declivi con pendenze trasversali superiori al 15%, la formazione del rilevato verrà preceduta, oltre che dall'asportazione del terreno vegetale per una profondità di cm. 20 anche dalla gradonatura del pendio, con inclinazione inversa a quella del terreno; la preparazione del piano di posa ed il compattamento a strati del rilevato saranno, anche in questo caso, effettuati come prescritto dalla Direzione Lavori.

Analoghe operazioni saranno effettuate nelle tratte in trincea per la preparazione del piano di posa delle fondazioni stradali, questo sarà sempre compatto sino ad ottenere una densità che ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sia sufficiente a sopportare i carichi previsti e conferire al costruendo rilevato la necessaria stabilità.

Art. 31 - RILEVATI

a) Materiali idonei:

Per la costruzione dei rilevati si avrà massima cura nella scelta dei materiali idonei, escludendo i terreni vegetativi, quelli con humus, radici, erbe, materie organiche.

Per i rilevati verranno anzitutto impiegati i terreni provenienti dagli scavi sulla cui idoneità giudicherà, insindacabilmente, la Direzione dei Lavori sulla base delle loro caratteristiche.

Per i rilevati, da eseguirsi con terreni provenienti da cave, saranno impiegate soltanto terre ritenute idonee dalla Direzione Lavori.

Dovrà quindi essere effettuato, in un primo tempo, un esame accurato delle materie di previsto impiego, onde stabilirne le esatte caratteristiche.

L'Impresa potrà aprire le cave di prestito ovunque lo riterrà di sua convenienza, subordinatamente all'accennata idoneità delle materie da portare in rilievo ed al rispetto delle vigenti disposizioni di legge, nonché alla osservanza di eventuali disposizioni della Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito, da aprirsi a totale cura e spese dell'Impresa, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante la esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, non si abbiano a verificare franamenti, ristagni di acqua o comunque condizioni pregiudizievoli per la salute ed incolumità pubblica.

b) Formazione del rilevato con materiali terrosi:

La stesa del materiale verrà eseguita in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale ed al mezzo costipante usato, in ogni caso di spessore non superiore a cm. 50, e con la pendenza necessaria per permettere un rapido smaltimento delle acque piovane, ma mai superiori al 3%.

Lo stato del materiale impiegato per ogni strato verrà, occorrendo, corretto mediante inumidimento con acqua o mediante essiccamento, previa rimozione, qualora la Direzione dei Lavori lo ritenesse necessario.

Il costipamento avverrà con i mezzi meccanici idonei.

L'impiego dei mezzi costipanti dovrà conferire ai singoli strati di terra la densità e la consistenza ritenuta conveniente dalla Direzione Lavori ed ogni strato dovrà avere i requisiti di costipamento e di umidità richiesti prima che venga messo in opera lo strato successivo.

Nella formazione dei rilevati si riserveranno agli strati superiori le terre migliori disponibili nel lotto (sia provenienti da scavi d'obbligo sia provenienti da cave di prestito).

Per l'ultimo strato di cm. 30, vicino alla fondazione, si dovrà ottenere la massima densità possibile con il tipo di terra usato.

Nel riempimento di cavi, canali o buche poste entro l'area coperta del terrapieno già costruito e le murature dei manufatti o dei muri di sostegno verrà impiegato lo stesso materiale del rilevato, posto in opera con particolare cura in strati successivi (circa cm. 30) e costipato perfettamente fino ad ottenere la massima densità come per l'ultimo strato.

Nella costruzione del rilevato l'Impresa terrà conto che le scarpate e le eventuali zone spartitraffico dovranno venire rivestite di terra vegetativa per uno spessore almeno di cm. 20 e comunque, non superiore a cm. 50.

Il terreno potrà provenire sia dallo scoticamento effettuato inizialmente per la preparazione del piano di appoggio del rilevato, che da altre zone, purché possieda caratteristiche tali da assicurare l'attecchimento e lo sviluppo della vegetazione.

A lavoro ultimato la sagoma e le livellette del rilevato dovranno risultare conformi ai disegni e alle quote stabilite dal progetto.

Il rivestimento delle scarpate, delle aiuole spartitraffico e del ciglio delle banchine con terra vegetale della spessore succitato dovrà essere seguito procedendo a cordoli orizzontali da costiparsi con mezzi meccanici idonei, previa gradonatura di ancoraggio onde evitare possibili superfici di scorrimento e in modo da assicurare una superficie regolare.

Il rivestimento seguirà dappresso la costruzione del rilevato, qualora la sua costruzione avvenga assieme a quella del rilevato non è necessaria la predetta gradonatura.

c) Formazione dei rilevati con materiali rocciosi:

Allorché i materiali per la formazione dei rilevati consistono di frammenti di roccia (purché non si tratti di roccia comunque ritenuta non adatta dalla Direzione Lavori) risultanti di grandezza tale da non poter essere messi in opera nei rilevati in strati orizzontali dello spessore adatto in rapporto ai mezzi costipati disponibili senza essere previamente frantumati, tali materiali potranno essere tuttavia impiegati nella formazione di rilevati, in strati comunque di spessore non superiore a 70 cm., ben livellati, disposti con la pendenza necessaria al rapido smaltimento delle acque piovane (ma non superiore al 3%), e nei quali i vuoti compresi fra gli elementi rocciosi più grossi siano convenientemente e uniformemente riempiti con elementi più piccoli, onde ottenere ad ogni strato, una massa ben assestata, compatta e solida, che non dia più luogo a futuri, ulteriori assestamenti.

Si avrà cura di disporre i materiali più grossolani nella parte più bassa del rilevato, riservando quelli a mano a mano più piccoli nelle parti alte del rilevato stesso; lo strato di 30 cm. sottostante il piano di posa della sovrastruttura sarà composto da detriti rocciosi di dimensione non superiore a cm. 10.

Qualora il materiale fosse costituito in parte da elementi di roccia come sopra e in parte da terra, frammischiati, l'impiego del medesimo potrà essere ancora consentito dalla Direzione Lavori, nella formazione di rilevati, se gli elementi rocciosi saranno accuratamente e uniformemente distribuiti nella massa, e gli interstizi diligentemente colmati con materiale più piccolo, in guisa da costituire degli strati ben assestati densi e compatti.

La parte in roccia e quelle in terra del rilevato misto saranno eseguite con l'osservanza delle rispettive prescrizioni relative alla formazione dell'uno e dell'altro tipo.

Art. 32 - COSTRUZIONE DEL RILEVATO

Nella costruzione del rilevato si devono considerare le avvertenze di seguito indicate.

Dopo le operazioni preliminari previste, si procederà al compattamento del terreno sino ad ottenere la densità prescritta dalla Direzione Lavori.

Nell'intento di preservare il corpo del rilevato dalla umidità eventualmente risalente per capillarità dal piano di posa, verrà steso e costipato, su detto piano, secondo le prescrizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori, uno strato di materiale arido dello spessore finito minimo di cm. 20 se costituito da frantumato, o di cm. 30 se costituito da materiale ghiaioso, opportunamente difeso verso monte da eventuali infiltrazioni e verso valle completato dai necessari scarichi.

L'indicato strato isolante verrà compensato a parte.

Qualora a giudizio della Direzione Lavori, si rendesse necessario dare una sagomatura al piano di posa prima di procedere al suo compattamento, per assicurare lo smaltimento delle acque, tale lavoro sarà compensato a parte con il prezzo di elenco relativo allo scavo di sbancamento.

Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui dovranno essere costipati i rilevati formati con materiali idonei in oggetto saranno approvati di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Verrà preventivamente determinata quella umidità di costipamento e quella densità che diano luogo ai minimi ritiri e rigonfiamenti del materiale. In tal modo il materiale verrà così preparato a successive variazioni (in più o in meno) di umidità, avuto riguardo alla effettiva variazione idrologica cui di fatto va soggetta la zona.

Se l'umidità del materiale è inferiore a quella richiesta dalla Direzione Lavori l'aggiunta di umidità dovrà essere effettuata in modo da ottenere una uniforme distribuzione in tutta la massa del materiale costituente lo strato di lavorazione; se è superiore, il materiale dovrà essere essiccato con aerazione.

Nella esecuzione dei rilevati, lo spessore degli strati sciolti non supererà i 30 cm. ed il materiale sarà convenientemente disgregato.

I trovanti detriti rocciosi eventualmente disponibili per la costruzione del rilevato saranno di preferenza utilizzati per gli strati più alti, a contatto con la fondazione stradale, riducendoli, in ogni caso, a pezzatura non superiore a cm. 40.

L'impresa disporrà di mezzi compattanti del tipo e peso idoneo al particolare tipo di terra.

L'opera di compattamento deve essere preceduta ed accompagnata dal servizio di motograders, che curino in continuità la sagomatura della superficie; è infatti della massima importanza che queste, nel corso della formazione del rilevato, presentino sagoma spiovente lateralmente con falde di opportuna pendenza e si evitino buche e solchi dove l'acqua possa ristagnare.

A tale scopo l'Impresa dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico sui rilevati, oltre a quelli dovuti alla pioggia, neve e gelo.

Qualora gli ultimi strati del rilevato non vengano costituiti da materiale detritico, come sopra indicato, il rilevato stesso verrà sospeso a 50 cm. circa sotto il piano di posa della fondazione stradale, onde consentire l'impiego di cuscinetto di materiale arido.

La formazione del rilevato sarà sospesa a livello della quota di posa della fondazione per riprendere poi la costruzione e finitura delle banchine in modo da seguire le varie assise della sovrastruttura, evitando risalti che intralcino lo scarico delle acque sui fianchi.

La parte superiore del terrapieno, verrà sagomata rispetto all'asse stradale verso l'esterno con pendenza del 3%.

Il rivestimento delle scarpate, dello spartitraffico (ove esiste) e del ciglio banchina con terra vegetale dello spessore di almeno 30 cm. esige cura scrupolosa; il rivestimento procederà a cordoli orizzontali da costiparsi con mezzi meccanici idonei, previa gradonatura di ancoraggio onde evitare possibili superfici di scorrimento, e in modo da assicurare una superficie regolare.

Il rivestimento seguirà da presso la costruzione del rilevato; qualora la sua costruzione avvenga insieme a quella del rilevato non è necessaria la gradonatura preventiva.

Art. 33 - SCAVI

a) Scavi di sbancamento:

Sono così denominati gli scavi occorrenti all'apertura della sede stradale, piazzali e opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto; così ad esempio gli scavi di trincea, compresi cassonetti e cunette, quelli per i lavori di spianamento del terreno; per impianto di opere d'arte; per taglio di scarpate delle trincee o di rilevati; per formazione o approfondimento di cunette, fossi, canali.

Negli scavi dovranno essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e tenuta a provvedere a proprie spese alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle sezioni corrette.

Gli scavi e i trasporti saranno eseguiti con mezzi adeguati e con sufficiente mano d'opera; si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque.

I materiali provenienti dagli scavi non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto, in zone disposte, a cura e spese dell'Impresa; quelle invece utilizzabili, ed esuberanti le necessità di lavoro, verranno portati, sempre a cura e spese dell'Impresa, su aree indicate dalla Direzione Lavori.

I materiali provenienti da scavi in roccia di mina dovranno essere utilizzati, se idonei, per murature o fondazioni stradali, solo se in esuberanza, per formazione di rilevati.

b) Scavi di fondazione:

Per scavi di fondazione si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali e riproducenti il perimetro dell'opera: solo però in quanto effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per la intera area di fondazione o per parti in cui questa può essere suddivisa a secondo sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Valgono per questi scavi, di norma, le prescrizioni esecutive circa l'impiego di materiali dettate nel capoverso a).

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità fino al rinvenimento di terreno stabile e di adeguata capacità portante.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate.

Le pareti saranno verticali o inclinate come sarà prescritto.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso, non sarà pagato il maggior scavo eseguito, di conseguenza l'Impresa dovrà successivamente provvedere a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti attorno alle murature di fondazione con materiali adatti, ed ai necessari costipamenti siano al piano del terreno primitivo.

c) Scavi subacquei:

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravvisassero più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo, e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa e a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà a togliere ogni impedimento che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, ed ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo alla apertura di canali fuggitori.

Di ogni onere relativo e quindi del relativo compenso è stato tenuto conto nella formazione dei prezzi degli scavi.

d) Scavi e rinterri per posa di condotte:

L'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle necessarie puntellature, sbadacchiature ed armature restando unica responsabile di eventuali danni alle persone ed alle cose causati in qualsiasi modo dai lavori.

I lavori di scavo devono essere condotti in modo da dare facile e pronto smaltimento alle acque che eventualmente scaturissero dal fondo e dalle pareti degli scavi e da prevenire l'invasione di acque meteoriche nelle trincee. L'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sua cura e spese gli esaurimenti che per qualsiasi causa si rendessero necessari; in particolare le acque superficiali non devono riversarsi nei cavi anche dopo la colmata dei cavi medesimi a condotta installata e dopo la costruzione di opere d'arte e manufatti.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, devono essere portate a rifiuto alle pubbliche discariche a cura e spese dell'Appaltatore.

Gli scavi per posa di condotte devono avere il fondo spianato e livellato in modo da non presentare gibbosità od avvallamenti; prima della posa in opera delle condotte deve essere steso sul fondo del cavo uno strato di terreno sciolto non argilloso e pietrisco minuto e sabbia, sul quale vanno poste le condotte stesse.

Nel riempimento dei cavi devono usarsi tutte le cautele necessarie per non danneggiare le tubazioni; tale riempimento deve essere eseguito a strati dell'altezza di trenta centimetri costipati regolarmente, strato per strato, al fine di ottenere un perfetto assodamento.

Eseguito il riempimento dei cavi deve essere immediatamente ripristinato il piano viabile in tutta la sua formazione strutturale antecedente l'apertura del cavo.

Nei tratti lungo le strade e dentro gli abitati, gli scavi devono essere tenuti aperti il minor tempo possibile in modo da recare il minor disturbo al transito e da non interrompere il traffico dei veicoli, compatibilmente con le esigenze delle prove idrauliche. In detti tratti l'Appaltatore deve provvedere all'installazione dei regolari cartelli indicatori prescritti dalle vigenti disposizioni in materia.

In corrispondenza degli ingressi alle abitazioni l'Appaltatore deve provvedere all'esecuzione dei necessari passaggi provvisori con tavolame ed altro per assicurare la libera e sicura circolazione dei pedoni e l'accesso alle case.

Art. 34 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da non danneggiare le residue murature e da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori e da evitare incomodi o disturbi.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere che invece devono essere trasportati o guidati in basso e di sollevare polvere per il che, tanto le murature, quanto i materiali di risulta, dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente sotto pena di rivalsa di danni a favore della Stazione Appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a carico e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in pristino le parti indebitamente demolite, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

Comunque le demolizioni dovranno avvenire secondo le disposizioni dettate nel piano di sicurezza sostitutivo del piano di sicurezza e coordinamento

Tutti i materiali riutilizzabili che la Direzione dei Lavori ordinasse di reimpiegare devono essere opportunamente scalcinati, puliti e custoditi nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa.

Tutti i materiali, sia di scarto che di recupero, provenienti dalle demolizioni e rimozioni, devono essere sempre dall'Appaltatore trasportati fuori del cantiere nei punti indicati ed in rifiuto alle pubbliche discariche.

Eventuale prezzo unitario indicato per il trasporto a discarica (qualora non incluso il trasporto e lo smaltimento nella voce della demolizione e/o rimozione) si intende comprensivo degli oneri per lo smaltimento applicati dalla discarica.

Art. 35 - MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO

✓ **Misto cementato prodotto in impianto con aggreganti vergini**

Il misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini è costituito da aggregati vergini impastati con cemento e acqua in impianti centralizzati dotati di opportuni dosatori ed è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli.

Esso può essere impiegato per strati di fondazione, base o binder in funzione delle disposizioni di progetto secondo le norme UNI EN 14227-1. A protezione dello strato deve essere sempre prevista una mano di impregnazione.

È raccomandato uno spessore dello strato superiore a 10 cm e, quando superiore a 20 cm, è consigliata la stesa in due strati.

Quando utilizzato per strato di fondazione in scavi a sezione ristretta deve essere compattato con idonee attrezzature (compattatore verticale, piastra vibrante o specifici equipaggiamenti) per strati di spessore mai superiore a 25 cm.

a) Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del misto cementato e sono composti da aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini.

Gli aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini possono provenire dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi) o da depositi alluvionali.

L'aggregato grosso ($D > 2$ mm; $d \geq 1$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 30	LA ₃₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 30	FI ₃₀
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 30	SI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella 1 . Caratteristiche dell'aggregato grosso per il misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato fine ($D \leq 6,3$ mm; $d = 0$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 2.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 30	SE ₃₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Tabella 2. Caratteristiche dell'aggregato fine per misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato in frazione unica ($D > 6,3$ mm; $d = 0$) dovrà possedere requisiti conformi alle tabelle di cui sopra. Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle 1 e 2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze di seguito riportate nel paragrafo "Penali".

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Cemento

Il cemento impiegato dovrà far parte delle seguenti tipologie:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno;
- CEM IV cemento pozzolanico.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del cemento che intende impiegare secondo la UNI EN 197-1.

È raccomandato l'uso di cemento a presa rapida 32,5 R o 42,5 R. Le caratteristiche del cemento dovranno includere la granulometria.

c) Acqua

L'acqua impiegata deve essere esente da impurità dannose, conforme alla norma UNI EN 1008.

d) Miscela di progetto

Per la miscela granulare si raccomanda una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 3 o di seguire la distribuzione di Fuller dove P_i è il passante al setaccio i -esimo, d_i è il setaccio i -esimo e D è la dimensione massima.

Fuso granulometrico		
Dimensione massima [mm]	Passante totale in peso [%]	
Apertura setacci UNI [mm]	$D_{\max} = 20$ mm	$D_{\max} = 30$ mm
40	-	100
31,5	100	85 ÷ 100
20	95 ÷ 100	65 ÷ 94
16	-	-
10	55 ÷ 87	44 ÷ 78
4	32 ÷ 66	-
2	23 ÷ 54	18 ÷ 50
0,5	11 ÷ 31	8 ÷ 30
0,25	8 ÷ 23	6 ÷ 22
0,063	3,5 ÷ 11,0	3,0 ÷ 11,0

Tabella 3. Fuso granulometrico in funzione della dimensione massima per il misto cementato prodotto in impianto

La miscela granulare, escluso il cemento, dovrà avere indice CBR in condizione satura superiore a 50 (UNI EN 13286-47) e un rigonfiamento nullo. Tali valori dovranno essere dichiarati tra le caratteristiche della miscela.

La granulometria di progetto incluso il cemento dovrà essere dichiarata tra le caratteristiche della miscela.

Le percentuali ottimali di acqua e cemento sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o dovranno comunque verificare i requisiti richiesti nella Tabella 4.

Le caratteristiche del misto cementato prodotto in impianto dovranno essere determinate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua sulla miscela granulare con il 4% in peso di cemento, secondo le indicazioni della Tabella 4. La miscela granulare (escluso il cemento) dovrà essere inumidita con un contenuto di acqua pari all'assorbimento degli stessi aggregati e sigillata per circa 12 ore. I provini con diverso contenuto di acqua e il 4% di cemento devono essere compattati con compattatore Proctor modificato (UNI EN 13286-2, UNI EN 13286-50) secondo i parametri di Tabella 4.

Il contenuto ottimo di acqua sarà quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (massa volumica secca).

Con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento, come indicato nella Tabella 4.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 25 °C per 7 giorni e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (R_{it} , UNI EN 13286-42, gradiente di carico: 0.05 N/mm²/s) e a compressione (R_c , UNI EN 13286-41, gradiente di carico: 1 N/mm²/s). Tali provini devono fornire:

- resistenza a trazione indiretta $R_{it} \geq 0,25$ N/mm² (provini su fustella Proctor)
- resistenza a compressione $R_c = 2,5 \div 5,0$ N/mm² (provini su fustella CBR senza disco spaziatore).

Sulla miscela ottima si deve determinare la massa volumica secca che costituirà il riferimento per il controllo della densità in sito.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Energia Proctor	[MJ/m³]	UNI EN 13286-2	2,7 (modificata)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 13286-2	150 (ben lubrificata)
Strati	[n]	UNI EN 13286-2	5
Altezza	[mm]	UNI EN 13286-2	120 (ottimo di acqua e R _{it}) 180 fustella CBR (R _c)
Colpi per strato	[n]	UNI EN 13286-2	56 (ottimo di acqua e R _{it}) 85 (R _c)
Studio del contenuto ottimo di acqua			
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	4	Densità secca massima ρ _{dmax}
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	4, 5, 6 e 7*	
Studio del contenuto ottimo di cemento			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	ottimo	R _{it} ≥ 0,25 N/mm²; R _c = 2,5 ÷ 5,0 N/mm²
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	3, 4, 5	

*se necessario l'intervallo potrà essere variato al fine di determinare il contenuto ottimo di acqua in corrispondenza del valore massimo di densità secca dal grafico ρ_d-W a "campana"

Tabella 4. Caratteristiche della miscela di progetto per il misto cementato prodotto in impianto

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 4 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati su certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare la granulometria della miscela ottima (includendo ed escludendo il cemento) e il contenuto di acqua ottimo.

Una volta accettato il tipo di misto cementato prodotto in impianto da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria e contenuto di acqua eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

e) Produzione della miscela

Il misto cementato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili (installabili anche in cantiere) automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione dell'impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire l'omogeneità della miscela.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

f) Preparazione della superficie di stesa

Si potrà procedere alla stesa del misto cementato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Ogni depressione o avvallamento presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla umidificazione della superficie.

L'impregnazione dovrà essere realizzata con una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media, applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m². È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

g) Posa in opera della miscela

La posa in opera del misto cementato verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

Nel caso di costruzione di due strisciate adiacenti, il giunto longitudinale sarà preferibilmente ottenuto mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente o con l'impiego di due vibrofinitrici.

Qualora ciò non sia possibile, se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate).

Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura.

La sovrapposizione dei giunti tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Il trasporto del misto cementato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare una eccessiva essiccazione del prodotto.

La stesa del misto cementato deve avvenire entro un'ora dalla produzione, o in funzione della presa dello specifico cemento usato, in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dalla possibile essiccazione del materiale o presa del cemento.

La stesa del misto cementato 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 del misto cementato dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante di almeno 8 tonnellate seguito da un rullo gommato con almeno cinque ruote e peso di almeno 20 tonnellate. Il rullo gommato dovrà operare in continuità.

A chiudere la fase di compattazione, il rullo tandem provvederà all'eventuale finitura in modalità statica. I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h.

Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata ad ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive.

Ultimato il costipamento, lo strato deve essere immediatamente protetto con una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida in ragione di 0,45 kg/m² di bitume residuo se ricoperto da strato di usura o 1,0 kg/m² se ricoperto da strato di binder e successivo spargimento di sabbia o filler (come previsto nei rispettivi articoli di capitolato riferiti ad usura o binder).

Le operazioni devono essere sospese con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

h) Controlli

Il controllo della qualità del misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La Tabella 5 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella 1
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella 2
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella mano d'attacco conglomerato bituminoso riciclato a freddo
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (paragrafo 40)
Misto cementato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Contenuto di acqua, granulometria, densità secca e proprietà meccaniche (paragrafo 38)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca, spessore
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$M_d \geq 120 \text{ N/mm}^2$ a 12 ore $E_{vd} \geq 80 \text{ MPa}$ dopo compattazione $E_{vd} \geq 180 \text{ MPa}$ a 12 ore Scostamento $\leq 5 \text{ mm}$

Tabella 5. Controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;

- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di misto cementato sfuso vengono determinate: il contenuto di acqua, la granulometria della miscela (compreso il cemento).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini (entro due ore dalla produzione o in funzione della presa dello specifico cemento usato) con compattatore Proctor modificato per la verifica dei valori di densità secca, R_{it} e R_c di cui alla tabella 4.

Lo spessore dello strato viene determinato per differenza tra quota di posa e di superficie.

A discrezione della Direzione Lavori, in alternativa, per la verifica della densità secca, potranno essere eseguite verifiche di densità con il metodo del volumometro a sabbia (CNR 22: 1992) subito dopo la stesa.

La portanza dello strato potrà essere verificata a discrezione della Direzione Lavori con prove di piastra statica (CNR 146/1992) o piastra dinamica (ASTM E2583 – 07).

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria, contenuto di acqua e granulometria della miscela (incluso il cemento) eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

I controlli riferiti alla pavimentazione (spessore, densità e regolarità) non saranno effettuati nel caso in cui il misto cementato sia steso su una superficie non regolarizzata con fresa o motorgrader.

I controlli saranno effettuati per produzioni giornaliere superiori a 30 tonnellate.

i) Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del misto cementato (preparazione, materiale e stesa).

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del misto cementato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

Il non rispetto delle resistenze meccaniche e della portanza comporterà la rimozione dello strato.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova settimanali, riferiti al prodotto finito, di granulometria della miscela e del contenuto di acqua, eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore comporterà il rifiuto del materiale.

Per lo spessore dello strato, determinato da differenza di quota o carotaggio, è tollerata una carenza massima del 10 % rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10 %, verrà applicata una detrazione pari a: $3 \cdot (c - 10) \cdot 100$; dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9$ %.

Se la differenza supererà il 25 % (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 10 cm, al di sotto 7,5 cm sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa fresatura di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso.

Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo.

Quando possibile, il conguaglio potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante strato di binder o usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo (mai superiore rispettivamente a 12 o 5 cm). La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro in sabbia), non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento $\rho_{d,max}$ misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con compattatore Proctor modificato e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

✓ ***Misto cementato prodotto in impianto con aggreganti di recupero***

Il misto cementato prodotto in impianto con aggregati di recupero è costituito da aggregati vergini e di recupero impastati con cemento e acqua in impianti centralizzati dotati di opportuni dosatori. Può essere previsto anche l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero.

Il misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini e di recupero è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli.

Esso può essere impiegato per strati di fondazione, base o binder in funzione delle disposizioni di progetto secondo le norme UNI EN 14227-1.

A protezione dello strato deve essere sempre prevista una mano di impregnazione o di attacco con emulsione bituminosa in funzione delle prescrizioni indicate per lo strato superiore.

È raccomandato uno spessore dello strato superiore a 10 cm e, quando superiore a 20 cm, è consigliata la stesa in due strati.

Quando utilizzato per strato di fondazione in scavi a sezione ristretta deve essere compattato con idonee attrezzature (compattatore verticale o specifici equipaggiamenti) per strati di spessore mai superiore a 25 cm.

a) Aggregati vergini

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del misto cementato e sono composti da aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini.

Gli aggregati grossi, aggregati in frazione unica e aggregati fini possono provenire dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi) o da depositi alluvionali.

L'aggregato grosso ($D > 2$ mm; $d \geq 1$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 30	LA ₃₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 30	FI ₃₀
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 30	SI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella 1. Caratteristiche dell'aggregato grosso per il misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato fine ($D \leq 6,3$ mm; $d = 0$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 2.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 30	SE ₃₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Tabella 2. Caratteristiche dell'aggregato fine per misto cementato prodotto in impianto

L'aggregato in frazione unica ($D > 6,3$ mm; $d = 0$) dovrà rispettare in requisiti della tabelle 1 e 2.

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle 1 e 2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato.

Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Aggregati di recupero

Gli aggregati di recupero devono provenire dalla frantumazione di materiale inorganico precedentemente usato nelle costruzioni (UNI EN 13242).

Al fine di omogeneizzare le caratteristiche degli aggregati di recupero, è raccomandato seguire un processo di frantumazione, vagliatura e divisione dello stesso in almeno due frazioni.

Ogni frazione degli aggregati di recupero deve essere qualificata in termini di granulometria e indice di plasticità.

In particolare, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori un apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, nel quale riportare il valore medio e la deviazione standard (come parametro di omogeneità) della dimensione massima, coefficiente di forma e appiattimento e della granulometria eseguita per via umida.

Per la deviazione standard della granulometria si considererà il passante riferito ad ogni singolo setaccio.

Se il quantitativo di aggregati di recupero da utilizzare nell'intero progetto è inferiore a 2.500 t, i valori medi e le rispettive deviazioni standard dovranno essere calcolati sulla base di 5 campioni prelevati nel mucchio di origine degli aggregati di recupero (ogni singola frazione) che si intende usare. Se invece il quantitativo di aggregati di recupero da utilizzare nell'intero progetto è superiore a 2.500 t, il numero dei campioni da analizzare sarà pari al quantitativo totale degli aggregati di recupero da impiegare nel progetto, espresso in tonnellate, diviso 500.

Per lo strato di misto cementato con aggregati di recupero prodotto in impianto è possibile impiegare come materiale costituente gli aggregati di recupero, a patto che la dimensione massima del materiale tal quale non sia superiore alla dimensione massima di riferimento per la miscela di misto cementato da produrre.

È raccomandabile vagliare il materiale per eliminare eventuali elementi di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela (setaccio più piccolo tra quelli che permettono il 100% di materiale passante).

Il coefficiente di forma e appiattimento dovranno essere entrambe $< 30\%$ e il materiale dovrà avere indice di plasticità pari a 0 (per valori superiori a 0 e inferiori a 6 è possibile prevedere una miscela binaria).

In combinazione con gli aggregati di recupero può essere impiegato anche il conglomerato bituminoso di recupero nel rispetto delle prescrizioni precedentemente definite.

La percentuale di aggregati di recupero va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela di progetto che l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del fresato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

c) Cemento

Il cemento impiegato dovrà far parte delle seguenti tipologie:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno;
- CEM IV cemento pozzolanico.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del cemento che intende impiegare secondo la UNI EN 197-1.

È raccomandato l'uso di cemento a presa rapida 32,5 R o 42,5 R. Le caratteristiche del cemento dovranno includere la granulometria.

d) Acqua

L'acqua impiegata deve essere esente da impurità dannose, conforme alla norma UNI EN 1008.

e) Miscela di progetto

Per la miscela granulare si raccomanda una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 3 o di seguire la distribuzione di Fuller dove P_i è il passante al setaccio i -esimo, d_i è il setaccio i -esimo e D è la dimensione massima.

Fuso granulometrico		
Dimensione massima [mm]	Passante totale in peso [%]	
Apertura setacci UNI [mm]	$D_{max} = 20 \text{ mm}$	$D_{max} = 30 \text{ mm}$
40	-	100
31,5	100	85 ÷ 100
20	95 ÷ 100	65 ÷ 94
16	-	-
10	55 ÷ 87	44 ÷ 78
4	32 ÷ 66	-
2	23 ÷ 54	18 ÷ 50
0,5	11 ÷ 31	8 ÷ 30
0,25	8 ÷ 23	6 ÷ 22
0,063	3,5 ÷ 11,0	3,0 ÷ 11,0

Tabella 3 . Fuso granulometrico in funzione della dimensione massima per il misto cementato prodotto in impianto

La miscela granulare, escluso il cemento, dovrà avere indice CBR in condizione satura superiore a 50 (UNI EN 13286-47) e un rigonfiamento nullo. Tali valori dovranno essere dichiarati tra le caratteristiche della miscela.

La granulometria di progetto incluso il cemento dovrà essere dichiarata tra le caratteristiche della miscela.

Le percentuali ottimali di acqua e cemento sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o dovranno comunque verificare i requisiti richiesti in Tabella 4.

Le caratteristiche del misto cementato prodotto in impianto dovranno essere determinate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua (w_{opt}) sulla miscela granulare con il 4% in peso di cemento, secondo le indicazioni della Tabella 4. La miscela granulare (escluso il cemento) dovrà essere inumidita con un contenuto di acqua pari all'assorbimento degli stessi aggregati e sigillata per circa 12 ore. I provini con diverso contenuto di acqua e il 4% di cemento devono essere compattati con compattatore Proctor modificato (UNI EN 13286-2, UNI EN 13286-50) secondo i parametri di Tabella 4.

Il contenuto ottimo di acqua sarà quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (massa volumica secca).

Con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento, come indicato nella Tabella 4.

I provini così confezionati devono subire una maturazione in ambiente saturo a 25 °C per 7 giorni e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (R_{it} , UNI EN 13286-42, gradiente di carico: 0.05 N/mm²/s) e a compressione (R_c , UNI EN 13286-41, gradiente di carico: 1 N/mm²/s). Tali provini devono fornire:

- resistenza a trazione indiretta $R_{it} \geq 0,25 \text{ N/mm}^2$ (provini su fustella Proctor)
- coefficiente di trazione indiretta $R_c = 2,5 \div 5,0 \text{ N/mm}^2$ (provini su fustella CBR senza disco spaziatore).

Sulla miscela ottima si deve determinare la massa volumica secca ρ_d che costituirà il riferimento per il controllo della densità in sito.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Energia Proctor	[MJ/m ³]	UNI EN 13286-2	2,7 (modificata)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 13286-2	150 (ben lubrificata)
Strati	[n]	UNI EN 13286-2	5

Altezza	[mm]	UNI EN 13286-2	120 (ottimo di acqua e R_{it}) 180 fustella CBR (R_c)
Colpi per strato	[n]	UNI EN 13286-2	56 (ottimo di acqua e R_{it}) 85 (R_c)
Studio del contenuto ottimo di acqua			
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	4	Densità secca massima $\rho_{d,max}$
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	4, 5, 6 e 7*	
Studio del contenuto ottimo di cemento			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	ottimo	$R_{it} \geq 0,25 \text{ N/mm}^2$; $R_c = 2,5 \div 5,0 \text{ N/mm}^2$
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	3, 4, 5	
*se necessario l'intervallo potrà essere variato al fine di determinare il contenuto ottimo di acqua in corrispondenza del valore massimo di densità secca dal grafico ρ_d-W a "campana"			

Tabella 4 . Caratteristiche della miscela di progetto per il misto cementato prodotto in impianto

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 4 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati su certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore la granulometria della miscela ottima (sia includendo che escludendo il cemento), il contenuto di cemento e il contenuto di acqua ottimo.

Una volta accettato il prodotto da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al monitoraggio della granulometria tale quale (prelievo su nastro pre-impasto) e del contenuto d'acqua naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005) durante la produzione secondo le frequenze riportate nel paragrafo Controlli e ad aggiustare opportunamente la produzione in caso di variazioni significative.

Nel caso in cui non sia possibile effettuare un prelievo della miscela granulare pre-impasto, dovrà essere dichiarata, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, la granulometria del prodotto (inclusi i leganti idraulici). In questo caso l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al monitoraggio della granulometria del prodotto e del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005) durante la produzione secondo le frequenze riportate nel paragrafo Controlli e ad aggiustare opportunamente la produzione in caso di variazioni significative.

I rapporti di prova della granulometria della miscela granulare o del prodotto e del contenuto d'acqua, rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore, dovranno essere consegnati settimanalmente alla Direzione Lavori.

Nel caso in cui non sia comprovata l'esperienza del produttore per tale miscela, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di richiedere una verifica in campo prova esterno al cantiere di progetto.

Una volta accettato il tipo di misto cementato prodotto in impianto da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo (Penali).

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria e contenuto di acqua eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

f) Produzione della miscela

Il misto cementato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili (installabili anche in cantiere) automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione dell'impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire l'omogeneità della miscela.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

g) Preparazione della superficie di stesa

Si potrà procedere alla stesa del misto cementato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Ogni depressione o avvallamento presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla umidificazione della superficie.

L'impregnazione dovrà essere realizzata con una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media (rispondente alle specifiche di cui all'emulsione bituminosa per conglomerati riciclati a freddo), applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m².

È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

h) Posa in opera della miscela

La posa in opera del misto cementato verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

Nel caso di costruzione di due strisciate adiacenti, il giunto longitudinale sarà preferibilmente ottenuto mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente o con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non sia possibile, se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate. Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura.

La sovrapposizione dei giunti tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Il trasporto del misto cementato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare una eccessiva essiccazione del prodotto.

La stesa del misto cementato deve avvenire entro un'ora dalla produzione, o in funzione della presa dello specifico cemento usato, in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dalla possibile essiccazione del materiale o presa del cemento. La stesa del misto cementato 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 del misto cementato dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante di almeno 8 tonnellate seguito da un rullo gommato con almeno cinque ruote e peso di almeno 20 tonnellate. Il rullo gommato dovrà operare in continuità.

A chiudere la fase di compattazione, il rullo tandem provvederà all'eventuale finitura in modalità statica. I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h.

Si avrà inoltre cura 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.

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive.

Ultimato il costipamento, lo strato deve essere immediatamente protetto con una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida in ragione di 0,45 kg/m² di bitume residuo se ricoperto da strato di usura o 1,0 kg/m² se ricoperto da strato di binder e successivo spargimento di sabbia o filler (come previsto nei rispettivi articoli di capitolato riferiti ad usura o binder).

Le operazioni devono essere sospese con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

i) Controlli

Il controllo della qualità del misto cementato prodotto in impianto con aggregati vergini deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La sotto riportata mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella 1

Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella 2
Miscela granulare	Impianto	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Granulometria e contenuto di acqua naturale
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo
Misto cementato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Contenuto di acqua, granulometria, densità secca e proprietà meccaniche
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca, spessore
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$M_d \geq 120 \text{ N/mm}^2$ a 12 ore $E_{vd} \geq 80 \text{ MPa}$ dopo compattazione $E_{vd} \geq 180 \text{ MPa}$ a 12 ore Scostamento $\leq 5 \text{ mm}$

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di misto cementato sfuso vengono determinate: il contenuto di acqua, la granulometria della miscela (compreso il cemento).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini (entro due ore dalla produzione o in funzione della presa dello specifico cemento usato) con compattatore Proctor modificato per la verifica dei valori di densità secca, R_{it} e R_c .

Lo spessore dello strato viene determinato per differenza tra quota di posa e di superficie.

A discrezione della Direzione Lavori, in alternativa, per la verifica della densità secca, potranno essere eseguite verifiche di densità con il metodo del volumetro a sabbia (CNR 22: 1992) subito dopo la stesa.

La portanza dello strato potrà essere verificata a discrezione della Direzione Lavori con prove di piastra statica (CNR 146/1992) o piastra dinamica (ASTM E2583 – 07).

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova della granulometria della miscela granulare (o del prodotto) e del contenuto d'acqua naturale che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria, contenuto di acqua e granulometria della miscela (incluso il cemento) eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

I controlli riferiti alla pavimentazione (spessore, densità e regolarità) non saranno effettuati nel caso in cui il misto cementato sia steso su una superficie non regolarizzata con fresa o motorgrader.

I controlli saranno effettuati per produzioni giornaliere superiori a 30 tonnellate.

1) Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del misto cementato (preparazione, materiale e stesa).

La non consegna settimanale dei rapporti di prova per il monitoraggio della miscela granulare o del prodotto e del contenuto di acqua comporterà il rifiuto del materiale.

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del misto cementato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

Il non rispetto delle resistenze meccaniche e portanza comporterà la rimozione dello strato.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova settimanali, riferiti al prodotto finito o alla miscela granulare e del contenuto di acqua, eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore comporterà il rifiuto del materiale.

Per lo spessore dello strato, determinato da differenza di quota o carotaggio, è tollerata una carenza massima del 10 % rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10 %, verrà applicata una detrazione pari a: $3 \cdot (c - 10) \cdot 100$;

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9$ %.

Se la differenza supererà il 25 % (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 10 cm, al di sotto 7,5 cm sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa fresatura di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso.

Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo.

Quando possibile, il conguaglio potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante strato di binder o usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo (mai superiore rispettivamente a 12 o 5 cm).

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro), non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con compattatore Proctor modificato e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

Art. 36 - MISTO GRANULARE STABILIZZATO

✓ ***Misto granulare stabilizzato con aggregati vergini***

Il misto granulare stabilizzato con aggregati vergini è costituito da ghiaie o aggregati vergini di frantumazione in frazione unica. Il misto granulare stabilizzato con aggregati vergini deve essere livellato tramite motorgrader e subito costipato tramite rulli. Esso può essere impiegato per lo strato portante o per regolarizzare il piano di posa di un successivo strato in funzione delle disposizioni di progetto. A protezione dello strato deve essere sempre prevista una mano di impregnazione con emulsione bituminosa a lenta rottura.

La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità al regolamento Ue 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

a) Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del misto granulare stabilizzato e sono composti da aggregati in frazione unica.

La designazione dell'aggregato in frazione unica dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 30	LA ₃₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 30	FI ₃₀
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 30	SI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 30	SE ₃₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Tabella 1 . Caratteristiche dell'aggregato in frazione unica per il misto granulare stabilizzato

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i

parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato.

Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Miscela di progetto

Per la miscela granulare si raccomanda una distribuzione granulometrica ben gradata tale da seguire la distribuzione di Fuller dove P_i è il passante al setaccio i -esimo, d_i è il setaccio i -esimo e D è la dimensione massima.

La dimensiona massima potrà essere pari a 40, 30, 25 o 20 mm a discrezione della Direzione Lavori.

Il misto granulare stabilizzato dovrà avere indice CBR in condizione satura superiore a 50 (UNI EN 13286-47) e un rigonfiamento nullo. Tali valori dovranno essere dichiarati tra le caratteristiche della miscela.

La granulometria di progetto dovrà essere dichiarata tra le caratteristiche della miscela.

La percentuale ottimale di acqua per l'ottenimento del massimo addensamento dovrà essere stabilito mediante uno specifico studio in laboratorio o dovrà comunque verificare i requisiti richiesti in Tabella 2.

Le caratteristiche del misto granulare stabilizzato dovrà essere determinato dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Sulla miscela ottima si deve determinare la massa volumica secca che costituirà il riferimento per il controllo della densità in sito.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Energia Proctor	[MJ/m ³]	UNI EN 13286-2	2,7 (modificata)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 13286-2	150 (ben lubrificata)
Strati	[n]	UNI EN 13286-2	5
Altezza	[mm]	UNI EN 13286-2	120
Colpi per strato	[n]	UNI EN 13286-2	56
Studio del contenuto ottimo di acqua			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	4, 5, 6 e 7	Densità secca massima
Valutazione della portanza			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	ottimo	CBR \geq 50 Rigonfiamento = 0
Condizione	[giorni di immersione]	4	

Tabella 2. Caratteristiche della miscela di progetto per il misto cementato prodotto in impianto

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati su certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare la granulometria della miscela ottima e il contenuto di acqua ottimo.

Una volta accettato il tipo di misto granulare stabilizzato da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

c) Preparazione della superficie di stesa

Si potrà procedere alla stesa del misto granulare stabilizzato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

d) Posa in opera della miscela

La livellazione del misto granulare stabilizzato verrà effettuata a mezzo di motorgrader o idonea attrezzatura tale da ottenere un piano finito regolare.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Il misto granulare dovrà essere compattato a contenuto ottimo di acqua $\pm 2\%$. Nel caso di materiale troppo asciutto, l'impresa aggiudicatrice dell'appalto dovrà provvedere alla opportuna umidificazione del materiale almeno 8 ore della fase di compattazione. Nel caso di materiale troppo bagnato, l'impresa aggiudicatrice dell'appalto dovrà provvedere alla opportuna aerazione del materiale o alla sua pre-miscelazione con calce.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante ferro-gomma di almeno 14 tonnellate per spessori inferiori a 30 cm.

Ultimato il costipamento, lo strato deve essere livellato con motorgrader per il rispetto della quota e pendenze di progetto e immediatamente protetto con una mano di impregnazione in ragione di 1,0 kg/m² di bitume residuo e successiva sgranigliatura.

e) Controlli

Il controllo della qualità del misto granulare stabilizzato con aggregati vergini deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La Tabella 3 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato in frazione unica	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Paragrafo 53
Misto granulare stabilizzato	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Contenuto di acqua, granulometria, CBR, rigonfiamento
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$M_d \geq 80 \text{ N/mm}^2$ $E_{vd} \geq 120 \text{ MPa}$ Scostamento $\leq 10 \text{ mm}$

Tabella 3. Controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di misto granulare stabilizzato sfuso vengono determinate: il contenuto di acqua, CBR, rigonfiamento e la granulometria della miscela.

A discrezione della Direzione Lavori, per la verifica della densità secca, potranno essere eseguite verifiche di densità con il metodo del volumometro a sabbia (CNR 22: 1992) subito dopo la stesa.

La portanza dello strato potrà essere verificata a discrezione della Direzione Lavori con prove di piastra statica (CNR 146/1992) o piastra dinamica (ASTM E2583 – 07).

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

f) Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del misto cementato (preparazione, materiale e stesa).

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del misto granulare stabilizzato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle resistenze meccaniche e portanza comporterà la rimozione dello strato.

La quota finale dello strato dovrà rispettare le richieste di progetto.

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro), non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con compattatore Proctor modificato e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 10 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere la riprofilatura dello strato.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

✓ Misto granulare stabilizzato con aggregati di recupero

Il misto granulare stabilizzato con aggregati di recupero è costituito da ghiaie o aggregati vergini di frantumazione in frazione unica e di recupero. Il misto granulare stabilizzato con aggregati di recupero deve essere livellato tramite motorgrader e subito costipato tramite rulli. Esso può essere impiegato per lo strato portante o per regolarizzare il piano di posa di un successivo strato in funzione delle disposizioni di progetto. A protezione dello strato deve essere sempre prevista una mano di impregnazione con emulsione bituminosa a lenta rottura.

La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità al regolamento Ue 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

a) Aggregati vergini

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del misto granulare stabilizzato e sono composti da aggregati in frazione unica.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13242.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 30	LA ₃₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 30	FI ₃₀
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 30	SI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 30	SE ₃₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Caratteristiche dell'aggregato in frazione unica per il misto granulare stabilizzato

Il possesso dei requisiti sopra elencati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Aggregati di recupero

Gli aggregati di recupero possono provenire dalla frantumazione di materiale inorganico precedentemente usato nelle costruzioni (UNI EN 13242).

Al fine di omogeneizzare le caratteristiche degli aggregati di recupero, è raccomandato seguire un processo di frantumazione, vagliatura e divisione dello stesso in almeno due frazioni.

Ogni frazione degli aggregati di recupero devono essere qualificate in termini di granulometria tal quale e indice di plasticità.

In particolare l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori un apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, nel quale riportare il valore medio e la deviazione standard (come parametro di omogeneità) della dimensione massima, coefficiente di forma e appiattimento e della granulometria tal quale eseguita per via umida. Per la deviazione standard della granulometria si considererà il passante riferito ad ogni singolo setaccio. Se il quantitativo di aggregati di recupero da utilizzare nell'intero progetto è inferiore a 2.500 t, i valori medi e le rispettive deviazioni standard dovranno essere calcolati sulla base di 5 campioni prelevati nel mucchio di origine degli aggregati di recupero (ogni singola frazione) che si intende usare. Se invece il quantitativo di aggregati di recupero da utilizzare nell'intero progetto è superiore a 2.500 t, il numero dei campioni da analizzare sarà pari al quantitativo totale degli aggregati di recupero da impiegare nel progetto, espresso in tonnellate, diviso 500.

Per lo strato di misto cementato con aggregati di recupero prodotto in impianto è possibile impiegare come materiale costituente gli aggregati di recupero, a patto che la dimensione massima del materiale tal quale non sia superiore alla dimensione massima di riferimento per la miscela di misto cementato da produrre.

È raccomandabile vagliare il materiale per eliminare eventuali elementi di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela (setaccio più piccolo tra quelli che permettono il 100% di materiale passante).

Il coefficiente di forma e appiattimento dovranno essere entrambe $< 30\%$ e il materiale dovrà avere indice di plasticità pari a 0 (per valori superiori a 0 e inferiori a 6 è possibile prevedere una miscela binaria).

La percentuale di aggregati di recupero va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela di progetto che l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del fresato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato.

Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

c) Miscela di progetto

Per la miscela granulare si raccomanda una distribuzione granulometrica ben gradata tale da seguire la distribuzione di Fuller dove P_i è il passante al setaccio i -esimo, d_i è il setaccio i -esimo e D è la dimensione massima.

La dimensione massima potrà essere pari a 40, 30, 25 o 20 mm a discrezione della Direzione Lavori.

Il misto granulare stabilizzato con aggregati di recupero dovrà avere indice CBR in condizione satura superiore a 50 (UNI EN 13286-47) e un rigonfiamento nullo. Tali valori dovranno essere dichiarati tra le caratteristiche della miscela.

La granulometria di progetto dovrà essere dichiarata tra le caratteristiche della miscela.

La percentuale ottimale di acqua per l'ottenimento del massimo addensamento dovrà essere stabilito mediante uno specifico studio in laboratorio o dovrà comunque verificare i requisiti richiesti in Tabella 1.

Le caratteristiche del misto granulare stabilizzato dovrà essere determinato dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Sulla miscela ottima si deve determinare la massa volumica secca che costituirà il riferimento per il controllo della densità in sito.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Energia Proctor	[MJ/m ³]	UNI EN 13286-2	2,7 (modificata)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 13286-2	150 (ben lubrificata)
Strati	[n]	UNI EN 13286-2	5
Altezza	[mm]	UNI EN 13286-2	120
Colpi per strato	[n]	UNI EN 13286-2	56
Studio del contenuto ottimo di acqua			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	4, 5, 6 e 7	Densità secca massima
Valutazione della portanza			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	ottimo	CBR ≥ 50 Rigonfiamento = 0
Condizione	[giorni di immersione]	4	

Tabella 1 . Caratteristiche della miscela di progetto per il misto cementato prodotto in impianto

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella 1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati su certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Il produttore dovrà inoltre dichiarare la granulometria della miscela ottima e il contenuto di acqua ottimo.

La granulometria della miscela granulare dovrà essere dichiarata in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettato il prodotto da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al monitoraggio della granulometria tale quale e del contenuto d'acqua naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005) secondo le frequenze riportate nel paragrafo 59(Controlli) e ad aggiustare opportunamente la produzione in caso di variazioni significative.

Nel caso in cui non sia comprovata l'esperienza del produttore per tale miscela, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di richiedere una verifica in campo prova esterno al cantiere di progetto.

Una volta accettato il tipo di misto granulare stabilizzato da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

d) Preparazione della superficie di stesa

Si potrà procedere alla stesa del misto granulare stabilizzato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

e) Posa in opera della miscela

La livellazione del misto granulare stabilizzato verrà effettuata a mezzo di motorgrader o idonea attrezzatura tale da ottenere un piano finito regolare.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Il misto granulare dovrà essere compattato a contenuto ottimo di acqua $\pm 2\%$.

Nel caso di materiale troppo asciutto, l'Impresa aggiudicatrice dell'appalto dovrà provvedere alla opportuna umidificazione del materiale almeno 8 ore della fase di compattazione. Nel caso di materiale troppo bagnato, l'impresa aggiudicatrice dell'appalto dovrà provvedere alla opportuna aerazione del materiale o alla sua pre-miscelazione con calce.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante ferro-gomma di almeno 14 tonnellate per spessori inferiori a 30 cm.

Ultimato il costipamento, lo strato deve essere livellato con motorgrader per il rispetto della quota e pendenze di progetto e immediatamente protetto con una mano di impregnazione in ragione di 1,0 kg/m² di bitume residuo e successiva sgranigliatura.

f) Controlli

Il controllo della qualità del misto granulare stabilizzato con aggregati di recupero deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La Tabella 3 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregati in frazione	Impianto	Inizio cantiere o a	Paragrafo 58

unica		discrezione della Direzione Lavori	
Misto granulare stabilizzato	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Contenuto di acqua, granulometria, CBR, rigonfiamento
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$M_d > 80 \text{ N/mm}^2$ $E_{vd} > 120 \text{ MPa}$ Scostamento $\leq 10 \text{ mm}$

Tabella 3 . Controlli da eseguire per il misto granulare stabilizzato con aggregati di recupero

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di misto granulare stabilizzato sfuso vengono determinate: il contenuto di acqua, CBR, rigonfiamento e la granulometria della miscela.

I rapporti di prova della granulometria della miscela granulare e del contenuto d'acqua, rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore, dovranno essere consegnati settimanalmente alla Direzione Lavori.

A discrezione della Direzione Lavori, per la verifica della densità secca, potranno essere eseguite verifiche di densità con il metodo del volumometro a sabbia (CNR 22: 1992) subito dopo la stesa.

La portanza dello strato potrà essere verificata a discrezione della Direzione Lavori con prove di piastra statica (CNR 146/1992) o piastra dinamica (ASTM E2583 – 07).

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

g) Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del misto cementato (preparazione, materiale e stesa).

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del misto granulare stabilizzato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle resistenze meccaniche e portanza comporterà la rimozione dello strato.

La non consegna settimanale dei rapporti di prova per il monitoraggio della miscela granulare e del contenuto di acqua comporterà il rifiuto del materiale.

La quota finale dello strato dovrà rispettare le richieste di progetto.

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro), non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con compattatore Proctor modificato e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 10 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere la riprofilatura dello strato.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

Art. 37 - DRENAGGI CON FILTRO IN TESSUTO "NON TESSUTO"

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o per il drenaggio laterale delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in tessuto "non tessuto" costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici.

Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

Il materiale da usare dovrà avere una resistenza a trazione su striscia di almeno 2 kN/mt (UNI-EN 10319) e buone caratteristiche filtranti (sotto un peso di 2 kg/cm² lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm); il peso minimo accettabile del tessuto non tessuto sarà invece di 350 grammi/m². I vari elementi di non tessuto dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 50 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m². Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera.

L'impregnazione potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata o altro materiale, a seconda della posizione del drenaggio.

Art. 38 - CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A FREDDO IN IMPIANTO PER LA FORMAZIONE DI STRATI DI BASE

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto è costituito da conglomerato bituminoso di recupero (comunemente detto fresato impastato a freddo in impianti di tipo fisso o mobile con emulsione di bitume modificato e cemento. Seppur l'obiettivo di questa miscela è massimizzare l'uso del fresato, anche combinando diverse frazioni dello stesso, è consentito l'impiego di inerti vergini (pietrischi, graniglie, sabbie e filler) di integrazione.

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli. Esso può essere impiegato sia per strati di base che di binder in funzione delle

disposizioni di progetto. È raccomandato uno spessore dello strato superiore a 10 cm e, quando superiore a 20 cm, è consigliata la stesa in due strati. Il piano di posa dovrà avere una portanza di almeno $M_d = 100 \text{ N/mm}^2$ al primo ciclo misurata con piastra statica tra 0,15 e 0,25 N/mm^2 .

a) Aggregati:

Gli aggregati lapidei possono essere impiegati ad integrazione del fresato per l'ottenimento di prestazioni della miscela adeguate. Essi comprendono aggregati grossi, in frazione unica, fini e filler proveniente dalla frazione fina (filler di recupero) o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

L'aggregato grosso ($D \leq 45 \text{ mm}$; $d \geq 2 \text{ mm}$) o in frazione unica potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella A.1.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	-	C _{90/3} o C _{100/0}
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	FI ₂₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 25	SI ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella A.1. Caratteristiche dell'aggregato grosso per conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

L'aggregato fine ($D \leq 2 \text{ mm}$; $d = 0 \text{ mm}$) è costituito da sabbia di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risulti con indice di plasticità pari a 0 (UNI CEN ISO/TS 17892-12). Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4 \text{ mm}$ (tabella A.2).

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Tabella A.2. Caratteristiche dell'aggregato fine per conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in tabella A.3. La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	≥ 38	V _{38/45}

Passante al setaccio 0,063 mm	-	[%]	≥ 70	-
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	8 ÷ 25	$\Delta_{R\&B}8/25$

Tabella A.3. Caratteristiche del filler per conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

Potranno essere impiegati anche aggregati in frazione unica purché nel rispetto delle caratteristiche sopra elencate per le varie pezzature.

Il possesso dei requisiti elencati in tabella A.1, A.2 e A.3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Tale documentazione dovrà essere inoltre integrata dalla granulometria degli aggregati impiegati come integrazione.

Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Conglomerato bituminoso di recupero:

Il conglomerato bituminoso di recupero (comunemente detto *fresato*) proviene dalla fresatura degli strati di rivestimento stradale in conglomerato bituminoso, dalla frantumazione di lastre in conglomerato bituminoso e da scarti di produzione e/o sovrapproduzione di conglomerato bituminoso (UNI EN 13108-8).

Al fine di omogeneizzare le caratteristiche del fresato, è raccomandato seguire un processo di frantumazione, vagliatura e divisione dello stesso in almeno due frazioni. Preferibilmente tali frazioni dovranno essere stoccate sotto coperture areate a protezione delle piogge e tali da favorire l'evaporazione dell'umidità. Inoltre è consigliato produrre le frazioni a seconda delle esigenze di utilizzo in impianto per evitare che, a esiguito del lungo stoccaggio, si generino placche.

Ogni frazione del conglomerato bituminoso di recupero deve essere qualificata in conformità alla norma UNI EN 13108-8.

In particolare, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori un apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, nel quale riportare il valore medio e la deviazione standard (come parametro di omogeneità) della dimensione massima, coefficiente di forma e appiattimento, della granulometria degli aggregati estratti (UNI EN 12697-2), del contenuto di bitume (UNI EN 12697-1) e della granulometria tal quale eseguita per via umida.

Per la deviazione standard della granulometria si considererà il passante riferito ad ogni singolo setaccio.

Se il quantitativo di fresato da utilizzare nell'intero progetto è inferiore a 2.500 t, i valori medi e le rispettive deviazioni standard dovranno essere calcolati sulla base di 5 campioni prelevati nel mucchio di origine del fresato (ogni singola frazione) che si intende usare. Se invece il quantitativo di fresato da utilizzare nell'intero progetto è superiore a 2.500 t, il numero dei campioni da analizzare sarà pari al quantitativo totale di fresato da impiegare nel progetto, espresso in tonnellate, diviso 500.

Per lo strato di conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto è possibile impiegare come materiale costituente il fresato proveniente da qualunque strato della sovrastruttura stradale, a patto che la dimensione massima del fresato tal quale non sia superiore alla dimensione massima di riferimento per la miscela di conglomerato bituminoso da produrre. È raccomandabile vagliare il fresato per eliminare eventuali elementi di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela (setaccio più piccolo tra quelli che permettono il 100% di materiale passante).

Il coefficiente di forma e appiattimento dovranno essere entrambe < 30%.

La percentuale di fresato va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela di progetto che l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del fresato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

c) Emulsione di bitume modificato per riciclaggio a freddo in impianto:

L'emulsione bituminosa impiegata per il riciclaggio a freddo in impianto deve avere caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362).

Il materiale da impiegare per il riciclaggio a freddo in impianto è una emulsione bituminosa cationica sovrastabilizzata rispondente alle specifiche indicate nella tabella C.1. È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

Emulsione di bitume modificato per riciclaggio a freddo in impianto				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	60 ± 2	
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	> 150	5 o superiore
Stabilità alla miscelazione con cemento	UNI EN 12848	[g]	< 2	10
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	< 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	> 55	2
Ritorno elastico	UNI EN 13398	[%]	> 50	3

Tabella C.1. Caratteristiche dell'emulsione di bitume modificato per riciclaggio a freddo in impianto

L'impresa appaltatrice dovrà dichiarare la temperatura di impiego dell'emulsione bituminosa.

Il possesso dei requisiti elencati in tabella C.1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle emulsioni bituminose. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di emulsione da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità delle emulsioni che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

d) Cemento:

Il cemento impiegato dovrà far parte delle seguenti tipologie:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno;
- CEM IV cemento pozzolanico.

Si farà preferibilmente al CEM II nel caso in cui il fresato tal quale risulti particolarmente carente di filler.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del cemento che intende impiegare secondo la UNI EN 197-1.

Le caratteristiche del cemento dovranno includere la granulometria.

e) Calce:

Per il miglioramento delle prestazioni meccaniche del conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto e per facilitare l'asciugatura del fresato è possibile prevedere l'impiego di calce.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità della calce che intende impiegare secondo la UNI EN 459-1. Le caratteristiche della calce dovranno includere la granulometria.

f) Acqua:

L'acqua impiegata deve essere esente da impurità dannose, conforme alla norma UNI EN 1008.

g) Miscela di progetto:

Per la miscela di fresato (tal quale), aggregati vergini, filler minerale e attivo di integrazione si raccomanda una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in tabella G.1 o di seguire la distribuzione di Fuller dove P_i è il passante al setaccio i -esimo, d_i è il setaccio i -esimo e D è la dimensione massima.

Fuso granulometrico		
Classe di conglomerato bituminoso	AC20	AC30
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
40	-	100
31,5	100	90 ÷ 100
20	90 ÷ 100	-
16	-	60 ÷ 90
10	50 ÷ 80	40 ÷ 80
4	30 ÷ 55	-
2	20 ÷ 40	20 ÷ 40
0,5	10 ÷ 25	10 ÷ 25
0,25	-	-

0,063	3,0 ÷ 8,0	3,0 ÷ 8,0
-------	-----------	-----------

Tabella G.1. Fuso granulometrico in funzione della dimensione massima per il conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

La granulometria della miscela granulare (esclusi i leganti idraulici) pre e post-estrazione dovrà essere dichiarata in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettato il prodotto da parte della Direzione Lavori, l'Impresa sarà vincolata al monitoraggio della granulometria tale quale (prelievo su nastro pre-impasto) e del contenuto d'acqua naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005) durante la produzione secondo le frequenze riportate nel paragrafo Controlli e ad aggiustare opportunamente la produzione in caso di variazioni significative.

Nel caso in cui non sia possibile effettuare un prelievo della miscela granulare pre-impasto, dovrà essere dichiarata, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, la granulometria del prodotto (inclusi i leganti idraulici) post-estrazione. In questo caso l'impresa sarà vincolata al monitoraggio della granulometria del prodotto post-estrazione e del contenuto d'acqua durante la produzione secondo le frequenze riportate nel paragrafo Controlli e ad aggiustare opportunamente la produzione in caso di variazioni significative.

I rapporti di prova della granulometria della miscela granulare o del prodotto e del contenuto d'acqua, rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore, dovranno essere consegnati settimanalmente alla Direzione Lavori.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto dovranno essere determinate tramite il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23) e ricavate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Le percentuali ottimali di acqua, cemento e emulsione di bitume modificato e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio o dovranno comunque verificare i requisiti richiesti in tabella G.2. Nel caso in cui gli elementi più grossolani impediscano la produzione di provini geometricamente regolari deve essere eliminato il trattenuto al setaccio da 20 mm.

Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua sulla miscela granulare con il 2% in peso di cemento, secondo le indicazioni della tabella G.2. I provini con diverso contenuto di acqua devono essere compattati con compattatore giratorio (UNI EN 12697-31) secondo i parametri di tabella G.2. Ogni provino deve essere pesato prima e dopo la compattazione al fine di determinare la percentuale di (eventuale) acqua espulsa.

I provini così ottenuti devono essere essiccati fino a massa costante (pesate intervallate di almeno un'ora differiscono tra loro di meno dello 0,1%) in stufa a 40°C e sottoposti a prova per la valutazione della massa volumica (UNI EN 12697-6/procedura D). Il contenuto ottimo di acqua sarà quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (secca) e un quantitativo di acqua espulsa durante la compattazione minore dello 0,5%.

Secondo la stessa procedura di compattazione e con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento e emulsione bituminosa, come indicato nella tabella G.2.

Nel contenuto ottimo di acqua della miscela occorre considerare anche l'acqua apportata dall'emulsione.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 72 ore e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697/23), dopo un condizionamento per 4 ore in camera climatica a 25 °C. Tali provini devono fornire:

- resistenza a trazione indiretta ITS $\geq 0,30$ N/mm²
- coefficiente di trazione indiretta CTI ≥ 40 N/mm²

Sui provini confezionati con le miscele che soddisfano i requisiti di ITS e CTI, maturati per 72 ore a 40 °C, si devono determinare:

- perdita di resistenza dopo immersione in acqua a 40°C per 72 ore.

La miscela ottima di progetto sarà quella che fornisce una resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione maggiore del 80% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua e maggiore rapporto bitume/cemento.

Sulla miscela ottima si deve determinare la densità geometrica secca misurata con compattatore giratorio ad una energia di compattazione pari a 100 giri che costituirà il riferimento per il controllo della densità in sito.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione esterno	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Energia	[num. rotazioni]	UNI EN 12697-31	100
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	150
Tipo di fustella	-	-	non drenata
Campione umido	[g]	-	2800
Dimensione massima	[mm]	-	20
Studio del contenuto ottimo di acqua			
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	2	Densità secca massima e acqua espulsa < 0.5%
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	3, 4, 5, 6	
Studio del contenuto ottimo di leganti			
Contenuto di acqua	[% su peso inerti]	ottimo	ITS ≥ 0,30 MPa; CTI ≥ 40 MPa; ITSR ≥ 80 %
Contenuto di cemento	[% su peso inerti]	1,5; 2,0 e 2,5	
Contenuto di emulsione	[% su peso inerti]	3,5; 4,0 e 4,5	
¹ dove <i>D</i> è il diametro del provino e <i>d_v</i> è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella G.2. Caratteristiche della miscela di progetto per il conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

Il possesso dei requisiti elencati in tabella G.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati su certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare il contenuto di fresato e le sue caratteristiche come indicato in paragrafo b) "Conglomerato bituminoso di recupero" e il dosaggio e il tipo di aggregati o filler (minerale o attivo) di integrazione.

Nel caso in cui non sia comprovata l'esperienza del produttore per tale miscela, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di richiedere una verifica in campo prova esterno al cantiere di progetto.

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso riciclato a freddo da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del conglomerato bituminoso riciclato a freddo che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria, contenuto di acqua e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

h) Emulsione bituminosa per impregnazione o per mano d'attacco:

Le emulsioni bituminose impiegate per impregnazione e mano d'attacco dovranno avere caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362). Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità norma europea armonizzata UNI EN 13808, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

Il materiale da impiegare per l'impregnazione è una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella tabella H.1.

Emulsione bituminosa per impregnazione				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	55 ± 2	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	> 110	4 o 5
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 220	5
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 35	8

Tabella H.1. Caratteristiche dell'emulsione bituminosa per impregnazione per conglomerato bituminoso riciclato a freddo

Il materiale da impiegare per mano d'attacco è una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella tabella H.2.

Emulsione bituminosa per mano d'attacco				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	65 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 43	6

Tabella H.2. Caratteristiche dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco per conglomerato bituminoso riciclato a freddo

Il possesso dei requisiti elencati in tabella H.1 e H.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle emulsioni bituminose. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di emulsione da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Nel caso di piccoli interventi, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di accettare l'uso di una unica emulsione per entrambe gli usi a favore di una più facile gestione del cantiere.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità delle emulsioni che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

i) Produzione della miscela:

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili (installabili anche in cantiere) automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti non richiedono gli apparati per il riscaldamento, la rielezione degli inerti e di aspirazione e filtraggio dei fumi. A tale fine possono essere impiegati anche impianti per i misti cementati adattati per il riciclaggio a freddo con emulsione bituminosa.

La produzione dell'impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire l'omogeneità della miscela e il corretto ricoprimento degli inerti.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il mantenimento dell'emulsione bituminosa alla temperatura dichiarata ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia dell'emulsione che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Al fine di omogeneizzare le caratteristiche del fresato, è raccomandato seguire un processo di frantumazione, vagliatura e divisione dello stesso in almeno due frazioni. Preferibilmente tali frazioni dovranno essere stoccate sotto coperture areate a protezione delle piogge e tali da favorire l'evaporazione dell'umidità. Inoltre è consigliato produrre le frazioni a seconda delle esigenze di utilizzo in impianto per evitare che, a eseguito del lungo stoccaggio, si generino placche.

Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

l) Preparazione della superficie di stesa:

Si potrà procedere alla stesa del conglomerato bituminoso riciclato a freddo solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Prima della realizzazione dello strato in conglomerato bituminoso riciclato a freddo è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362).

A seconda che lo strato di supporto sia un misto granulare, misto cementato oppure un conglomerato bituminoso (nuovo, fresato o usurato), la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di impregnazione (ancoraggio) e mano d'attacco.

Per impregnazione si intende una emulsione bituminosa a rottura media o lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato di misto granulare o misto cementato prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale, impermeabilizzare la superficie di posa del conglomerato bituminoso e fornire una migliore adesione del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella tabella H.1, applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m². È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

Si definisce mano d'attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella tabella H.2, applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m². È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

m) Posa in opera della miscela:

La posa in opera del conglomerato bituminoso riciclato a freddo verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

Nel caso di costruzione di due strisciate adiacenti, il giunto longitudinale sarà preferibilmente ottenuto mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente o con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non sia possibile, se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate (tabella H.2). Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (tabella H.2) per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (tabella H.2).

La sovrapposizione dei giunti tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso riciclato a freddo dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare una eccessiva essiccazione del prodotto.

La stesa del conglomerato bituminoso riciclato a freddo deve avvenire in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dalla possibile essiccazione del materiale o presa del cemento. La stesa del conglomerato bituminoso 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 del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di almeno 8 tonnellate seguito da un rullo gommato con almeno cinque ruote e peso di almeno 20 tonnellate. Il rullo gommato dovrà operare in continuità.

A chiudere la fase di compattazione, il rullo tandem provvederà all'eventuale finitura in modalità statica. I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h.

Si avrà inoltre cura 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.

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida (tabella H.2) in ragione di 0,45 kg/m² di bitume residuo e successivo spargimento di graniglia o sabbia o filler.

Ultimato il costipamento, compatibilmente con le attività di cantiere, lo strato deve essere fatto maturare almeno un giorno, favorendo l'evaporazione dell'acqua, prima di essere sigillato.

Se lo strato deve essere transitato da mezzi d'opera o è prevista pioggia, il conglomerato bituminoso riciclato a freddo deve essere immediatamente protetto con una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida (tabella H.2) in ragione di 0,45 kg/m² di bitume residuo se ricoperto da strato di usura o 1,0 kg/m² se ricoperto da strato di binder e successivo spargimento di graniglia o sabbia o filler (come previsto nei rispettivi articoli di capitolato riferiti ad usura o binder).

Le operazioni devono essere sospese con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

n) Controlli:

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso riciclato a freddo deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

La tabella N.1 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Filler	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Miscela granulare	Impianto	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Granulometria e contenuto di acqua naturale (vedi paragrafo)
Emulsione di bitume modificato	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella C.1
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella H.1 e H.2
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (vedi paragrafo)
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Contenuto di bitume, contenuto di acqua, granulometria, densità secca e proprietà meccaniche (vedi paragrafo)
Carote	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca, spessore
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Densità secca
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Scostamento ≤ 5 mm

Tabella N.1. Controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso riciclato a freddo in impianto

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;

- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume apportato dall'emulsione (UNI EN 12697-1), il contenuto di acqua, la granulometria degli aggregati estratti (UNI EN 12697-2) e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5). In particolare la percentuale di bitume apportato dall'emulsione sarà calcolato come differenza tra il contenuto di bitume totale del prodotto e il contenuto di bitume del fresato impiegato.

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a 100 giri per la verifica dei valori di densità secca, *ITS* e *CTI* (tabella G.2).

Il primo carotaggio potrà essere eseguito dopo almeno una settimana l'inizio dei lavori (o in funzione della maturazione del materiale) e saranno richieste le verifiche in riferimento alla tabella N.1 (spessore e densità secca). Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte tenendo in considerazione il possibile sgranamento del fondo.

A discrezione della Direzione Lavori, in alternativa, per la verifica della densità secca, potranno essere eseguite verifiche di densità con il metodo del volumometro a sabbia (CNR 22: 1992) subito dopo la stesa.

Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche dopo processo di maturazione accelerata (*ITS* e *CTI*).

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

L'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova della granulometria della miscela granulare e del contenuto d'acqua naturale che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Nel caso in cui non sia comprovata l'esperienza del produttore per tale miscela, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di richiedere una verifica in campo prova esterno al cantiere di progetto.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova, riferiti al prodotto finale, di granulometria, contenuto di acqua e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

I controlli riferiti alla pavimentazione (spessore, densità e regolarità) non saranno effettuati nel caso in cui il conglomerato bituminoso sia impiegato per la risagomatura della pavimentazione stradale esistente.

I controlli saranno effettuati per produzioni giornaliere superiori a 30 tonnellate.

o) Penali:

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del conglomerato bituminoso riciclato a freddo (preparazione, materiale e stesa).

La non rispondenza a quanto dichiarato per il fresato comporterà il rifiuto del materiale e le eventuali penali da applicare.

La non consegna settimanale dei rapporti di prova per il monitoraggio della miscela granulare e del contenuto di acqua naturale comporterà il rifiuto del materiale.

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

Per il dosaggio di bitume residuo per mano d'attacco o di impregnazione (mano di ancoraggio) determinato a seguito della spruzzatura è tollerato uno scostamento di $\pm 10 \%$ rispetto al valore richiesto (per esempio, se richiesto $1,0 \text{ kg/m}^2$ l'intervallo di accettabilità sarebbe $1,1$ e $0,9 \text{ kg/m}^2$). Al fuori di tale limite l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta ad una immediata correzione della modalità di applicazione.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova, riferiti al prodotto finito, di granulometria, contenuto di acqua e contenuto di bitume settimanale eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore comporterà il rifiuto del materiale.

Per carenze nella percentuale di bitume del conglomerato bituminoso riciclato a freddo, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,50 \%$ rispetto al valore dichiarato per la miscela di progetto. Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione pari a: $25 \cdot b^2$;

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo $0,1 \%$) dal valore previsto per la miscela di progetto, oltre la tolleranza dello $0,50 \%$. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del $4,0 \%$ e quello dichiarato da studio di progetto è del $5,0 \%$, la detrazione sarà pari a $25 \cdot (|4,0 - 5,0| - 0,5)^2$ ovvero $6,25 \%$. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) successivo moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Se possibile, per lo spessore dello strato, determinato da misurazioni sulle carote estratte dalla pavimentazione è tollerata una carenza massima del 10% rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10% , verrà applicata una detrazione pari a: $3 \cdot (c - 10) \cdot 100$;

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13% rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$. Se la differenza supererà il 25% (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 10 cm , al di sotto $7,5 \text{ cm}$ sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato bituminoso di tipo binder o tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a $\text{cm } 3$. Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo. Quando possibile, il conguaglio potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo (mai superiore a 5 cm). La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 95% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria a 100 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione

precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

Art. 39 - CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO BINDER TRADIZIONALE

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale è costituito da una miscela di inerti vergini (pietrischi, graniglie, sabbie e filler), eventuali additivi, impastata con bitume a caldo in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli. La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità al regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

a) Aggregati:

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del conglomerato bituminoso a caldo di tipo binder tradizionale e sono composti da aggregati grossi, fini e filler proveniente dalla frazione fina (filler di recupero) o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

L'aggregato grosso ($D \leq 45$ mm; $d \geq 2$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella A.1.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Percentuale di particelle frantumate*	UNI EN 933-5	[%]	-	C _{90/3}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	FI ₂₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 25	SI ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂
*se in misura inferiore al 20% in volume sul materiale granulare				

Tabella A.1. Caratteristiche dell'aggregato grosso

L'aggregato fine ($D \leq 2$ mm; $d = 0$ mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella A.2. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 70	SE ₇₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 5	f ₅

Tabella A.2. Caratteristiche dell'aggregato fine

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in tabella A.3.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	≥ 38	V _{38/45}
Passante al setaccio 0,063 mm	-	[%]	≥ 70	-
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	8 ÷ 25	$\Delta_{R\&B}8/25$

Tabella A.3. Caratteristiche del filler

Il possesso dei requisiti elencati in tabella A.1, A.2 e A.3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato.

Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Additivi:

Nel conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale, per migliorare la durabilità all'acqua, potranno essere impiegati degli additivi come attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive o calce che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la scheda tecnica e di sicurezza dell'additivo per l'identificazione delle proprie caratteristiche e le modalità di impiego. Inoltre si

dovrà riportare, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, lo spettro infrarosso dell'additivo, acquisito in trasmissione tramite Spettrometro Infrarosso (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR*) nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm⁻¹, indicando le bande caratteristiche individuabili nella miscela bitume-additivo. L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C).

Nel caso dell'utilizzo di calce, l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la marcatura CE della calce secondo la UNI EN 459-1.

Il dosaggio dell'additivo dovrà essere specificato obbligatoriamente tra le caratteristiche del conglomerato bituminoso tipo binder tradizionale.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante l'identificazione dell'additivo che intende impiegare.

Una volta accettato il conglomerato bituminoso tipo binder tradizionale da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al rigoroso utilizzo di tutte le sue componenti nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

c) Bitume:

Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego, specificata dalla Direzione Lavori in fase di progetto, sarà per la classe 50/70 per le stagioni più calde, mentre la classe 70/100 sarà raccomandata nelle stagioni più fredde.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella tabella C.1.

Classe del bitume UNI EN 12591			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[× 0.1 mm]	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 8	≤ -10
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	50 ÷ 200
Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella C.1. Caratteristiche del bitume tradizionale

Il possesso dei requisiti elencati nella tabella C.1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del bitume.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettato il tipo di bitume da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del bitume che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

d) Miscela di progetto:

La miscela degli aggregati da adottare per la produzione del conglomerato bituminoso a caldo di tipo binder tradizionale deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in tabella D.1.

La percentuale di bitume deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Per uno spessore dello strato compreso tra 7 e 12 cm si farà riferimento al fuso AC20, mentre per uno spessore dello strato compreso tra 5 e 7 cm si farà riferimento al fuso AC16.

Fuso granulometrico		
Classe di conglomerato bituminoso	AC20	AC16
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
31,5	100	-
20	90 ÷ 100	100
16	-	90 ÷ 100
10	56 ÷ 68	73 ÷ 85
4	37 ÷ 48	45 ÷ 56
2	23 ÷ 33	28 ÷ 38
0,5	11 ÷ 17	16 ÷ 24
0,25	6 ÷ 12	11 ÷ 18
0,063	4,0 ÷ 7,0	4,0 ÷ 8,0
Contenuto di bitume		
Contenuto di bitume riferito alla miscela [%]	4,0 ÷ 5,5	4,0 ÷ 5,5
Contenuto di bitume riferito agli aggregati [%]	4,2 ÷ 5,8	4,2 ÷ 5,8
I valori del contenuto di bitume devono essere adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2,650/\rho_a$ dove ρ_a è la massa volumica apparente degli aggregati, in Mg/m ³ determinata secondo la UNI EN 1097-6.		

Tabella D.1. Fuso di progetto e intervallo del contenuto di bitume

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale dovranno essere determinate tramite il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23) e ricavate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Secondo il metodo volumetrico (tabella D.2), i provini devono essere compattati mediante compattatore girevole ad un numero di giri totali N_3 . La densità di ogni provino compattato a N_3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato ρ_{bseal}) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico ρ_{bdim}). Il rapporto tra densità del provino sigillato ρ_{bseal} a N_3 giri e densità geometrica del provino ρ_{bdim} a N_3 giri sarà usato come fattore correttivo ($f = \rho_{bseal} / \rho_{bdim}$) di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione ($densità\ corretta = densità\ geometrica \times f$). La densità corretta e la densità massima teorica ρ_m (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti V_m del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti V_m calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N_1 (iniziale, post-stesa), N_2 (intermedio, post-rullatura), N_3 (finale, previsionale post-traffico). I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N_2 .

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati in tabella D.2.

Quando prodotto in laboratorio, il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale dovrà essere confezionato in accordo alla UNI EN 12697-35.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione esterno	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100 (per AC16)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	150 (per AC20)
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70 o 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	temperatura operativa ± 10
Proprietà volumetriche e meccaniche			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
V_m a 10 rotazioni (N_1)	[%]	UNI EN 12697-8	11 ÷ 15
V_m a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
VMA a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 12
VFB a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
V_m a 180 rotazioni (N_3)	[%]	UNI EN 12697-8	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N_2 (ITS)	[N/mm ²]	UNI EN 12697-23	0,75 ÷ 1,50
Coef. di trazione indiretta ¹ a 25°C a N_2 (CTI)	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua (ITSR)	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
¹ dove D è il diametro del provino e d_v è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella D.2. Caratteristiche della miscela di progetto

Il possesso dei requisiti elencati in tabella D.1 e tabella D.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale. Ad integrazione della marcatura CE, laddove non precisato, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà dichiarare con opportuna documentazione l'intervallo di temperatura di stesa del prodotto affinché siano garantite le prestazioni richieste.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Il produttore dovrà inoltre dichiarare il dosaggio e il tipo di additivo eventualmente impiegato come stabilito nel paragrafo b) "Additivi".

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso da parte della Direzione Lavori, l'Impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore. Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del conglomerato bituminoso tipo binder tradizionale che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si

riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

e) Emulsione bituminosa per impregnazione e per mano d'attacco:

Le emulsioni bituminose impiegate per impregnazione e mano d'attacco dovranno avere caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362). Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità norma europea armonizzata UNI EN 13808, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

Il materiale da impiegare per l'impregnazione è una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.1. È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

Emulsione bituminosa per impregnazione				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	55 ± 2	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	> 110	4 o 5
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 220	5
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 35	8

Tabella E.1. Caratteristiche dell'emulsione bituminosa per impregnazione

Il materiale da impiegare per mano d'attacco è una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.2. È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto. Nel caso non si utilizzino flussanti, potrà essere impiegato un bitume di base più soffice.

Emulsione bituminosa per mano d'attacco				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	65 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 43	6

Tabella E.2 . Caratteristiche dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco

Il possesso dei requisiti elencati in tabella E.1 e tabella E.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle emulsioni bituminose. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di emulsione da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Nel caso di piccoli interventi, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di accettare l'uso di una unica emulsione per entrambe gli usi a favore di una più facile gestione del cantiere.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità delle emulsioni che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

f) Produzione della miscela:

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale 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 garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura opportuna a mantenere una viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere 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 miscelazione 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 e del bitume all'atto della miscelazione dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste della miscela a seguito della stesa. 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.

g) Preparazione della superficie di stesa:

Si potrà procedere alla stesa del conglomerato bituminoso a caldo di tipo binder tradizionale solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma,

densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Prima della realizzazione dello strato di binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362).

A seconda che lo strato di supporto sia un misto granulare, conglomerato bituminoso riciclato a freddo, misto cementato oppure un conglomerato bituminoso (nuovo, fresato o usurato), la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di impregnazione (mano di ancoraggio) e mano d'attacco.

Per impregnazione si intende una emulsione bituminosa a rottura media o lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato di misto granulare, misto cementato o conglomerato bituminoso riciclato a freddo prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale, impermeabilizzare la superficie di posa del conglomerato bituminoso e fornire una migliore adesione del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.1, applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m².

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

Si definisce mano d'attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.2.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure di un intervento di manutenzione. Prima della stesa della mano di attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti tramite spazzolatura meccanica e/o aspirazione.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su un conglomerato bituminoso di nuova costruzione (strato nuovo o di risagomatura), il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m².

Nel caso di strato di ricopertura (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 1,00 kg/m² di bitume residuo. Se la pavimentazione esistente necessita una risagomatura con conglomerato bituminoso, la mano d'attacco con dosaggio di 1,00 kg/m² di bitume residuo deve essere applicata prima della stesa dello strato di risagomatura.

Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,45 kg/m² di bitume residuo.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di filler o sabbia fine.

h) Posa in opera della miscela:

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

Nel caso di costruzione di due strisciate adiacenti, il giunto longitudinale sarà preferibilmente ottenuto mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente o con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non sia possibile, se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate (tabella E.2). Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (tabella E.2) per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (tabella E.2).

La sovrapposizione dei giunti tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare un eccessivo raffreddamento del prodotto e la formazione di croste.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

La stesa del conglomerato bituminoso deve avvenire in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dal possibile raffreddamento superficiale del materiale. La stesa del conglomerato bituminoso 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 del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di almeno 8 tonnellate seguito da un rullo gommato con almeno cinque ruote e peso di almeno 12 tonnellate. Il rullo gommato dovrà operare in un intervallo di temperatura tale da non ormaiare lo strato e, allo stesso tempo, evitare che il conglomerato si attacchi allo pneumatico.

A chiudere la fase di compattazione, il rullo tandem provvederà all'eventuale finitura in modalità statica. I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h.

Si avrà inoltre cura 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.

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida (tabella E.2) in ragione di 0,30 kg/m² di bitume residuo.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o

attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

i) Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

La tabella I.1 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo di costruzione.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella A.1
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella A.2
Filler	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella A.3
Bitume	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella C.1
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella E.1 o Tabella E.2
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (vedi paragrafo)
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Temperatura di stesa, contenuto di bitume, granulometria, caratteristiche volumetriche e meccaniche (vedi paragrafo), additivi (vedi paragrafo)
Carote	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Spessore, contenuto di vuoti V _m
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Scostamento ≤ 5 mm

Tabella I.1. Controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso di tipo binder tradizionale

La temperatura di stesa del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder dovrà essere controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice all'atto della stesa e dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1), la granulometria degli aggregati estratti (UNI EN 12697-2) e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N_3 giri per le verifiche volumetriche (tabella D.2) e tre provini a N_2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (tabella D.2).

Il primo carotaggio sarà eseguito il giorno seguente l'inizio dei lavori e saranno richieste le verifiche in riferimento alla tabella I.1 (spessore e contenuto di vuoti). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso. Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*).

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore.

I controlli riferiti alla pavimentazione (spessore, contenuto di vuoti e regolarità) non saranno effettuati nel caso in cui il conglomerato bituminoso sia impiegato per la risagomatura della pavimentazione stradale esistente.

I controlli saranno effettuati per produzioni giornaliere superiori a 30 tonnellate.

I) Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder tradizionale (preparazione, materiale e stesa).

Il non rispetto dell'intervallo di temperatura di stesa dichiarato per lo specifico prodotto comporterà il rifiuto del materiale.

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

Per il dosaggio di bitume residuo per mano d'attacco o di impregnazione determinato a seguito della spruzzatura è tollerato uno scostamento di $\pm 10\%$ rispetto al valore richiesto (per esempio, se richiesto $1,0 \text{ kg/m}^2$ l'intervallo di accettabilità sarebbe $1,1$ e $0,9 \text{ kg/m}^2$). Al fuori di tale limite l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta ad una immediata correzione della modalità di applicazione.

Il non rispetto del tipo e del dosaggio di additivo, la Direzione Lavori si riserva di stabilire l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione, rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore, comporterà il rifiuto del materiale.

La curva granulometrica riscontrata dopo l'estrazione del conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto (prodotto accettato dalla Direzione Lavori), dovrà rispettare le seguenti tolleranze:

- per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del $\pm 5 \%$;
- per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 3 \%$;
- al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 1,5 \%$.

Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per carenze nella percentuale di bitume del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ rispetto al valore dichiarato per la miscela di progetto. Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione pari a: $25 \cdot b^2$;

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto per la miscela di progetto, oltre la tolleranza dello 0,25. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5,0 %, la detrazione sarà pari a $25 \cdot (|4,5 - 5,0| - 0,25)^2$ ovvero 1,6 %. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) successivo moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per lo spessore dello strato, determinato da misurazioni sulle carote estratte dalla pavimentazione è tollerata una carenza massima del 10 % rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10 %, verrà applicata una detrazione pari a: $3 \cdot (c - 10) \cdot 100$;

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$. Se la differenza supererà il 25 % (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 10 cm, al di sotto 7,5 cm sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento dello spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato bituminoso di tipo binder o tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3. Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo. Quando possibile, il conguaglio potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo (mai superiore a 5 cm). La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione pari a:

$$2 \cdot s + s^2;$$

dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio, se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare sarà pari a $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$ ovvero del 15 %.

Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Nel caso in cui siano presenti pendenze longitudinali superiori al 8 %, il valore limite della percentuale di vuoti per l'applicazione delle detrazioni sarà il 10 % mentre per la rimozione il 15 %.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

Art. 40 - CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO BINDER CON BITUME MODIFICATO

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato è costituito da una miscela di inerti vergini (pietrischi, graniglie, sabbie e filler), eventuali additivi, impastata a caldo con bitume modificato in impianti di tipo fisso automatizzati. La modifica del bitume mediante l'introduzione di polimeri permette vantaggi significativi sia dal punto di vista della resistenza meccanica che delle caratteristiche funzionali. In generale, i miglioramenti ottenuti tramite la modifica del bitume con polimeri riguardano la resistenza alle deformazioni permanenti, resistenza a rottura, proprietà elastiche, suscettibilità termica, flessibilità alle basse temperature, coesione alle alte temperature e resistenza all'acqua e allo spogliamento.

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli. La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità al regolamento Ue 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

a) Aggregati:

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del conglomerato bituminoso a caldo di tipo binder con bitume modificato e sono composti da aggregati grossi, fini e filler proveniente dalla frazione fina (filler di recupero) o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). L'aggregato grosso ($D \leq 45$ mm; $d \geq 2$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella A.1. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅

Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	Fl ₂₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 25	Sl ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella A.1. Caratteristiche dell'aggregato grosso per bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato

L'aggregato fine ($D \leq 2$ mm; $d = 0$ mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella A.2. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 70	SE ₇₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 5	f ₅

Tabella A.2. Caratteristiche dell'aggregato fine per conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in tabella A.3. La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	≥ 38	V _{38/45}
Passante al setaccio 0,063 mm	-	[%]	≥ 70	-
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	8 ÷ 25	Δ _{R&B} 8/25

Tabella A.3. Caratteristiche del filler per conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato

Il possesso dei requisiti elencati in tabella A.1, A.2 e A.3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Additivi:

Nel conglomerato bituminoso a caldo di tipo binder con bitume modificato, per migliorare la durabilità all'acqua, potranno essere impiegati degli additivi come attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive o calce che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la scheda tecnica e di sicurezza dell'additivo per l'identificazione delle proprie caratteristiche e le modalità di impiego. Inoltre si dovrà riportare, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, lo spettro infrarosso dell'additivo acquisito in trasmissione tramite Spettrometro Infrarosso (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR*) nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm^{-1} , indicando le bande caratteristiche individuabili nella miscela bitume-additivo. L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C).

Nel caso dell'utilizzo di calce l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la marcatura CE della calce secondo la UNI EN 459-1.

Il dosaggio dell'additivo dovrà essere specificato obbligatoriamente tra le caratteristiche del conglomerato bituminoso tipo binder con bitume modificato.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante l'identificazione dell'additivo che intende impiegare.

Una volta accettato il conglomerato bituminoso tipo binder con bitume modificato da parte della Direzione Lavori, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al rigoroso utilizzo di tutti le sue componenti nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

c) Bitume modificato:

Il legante deve essere costituito da bitume modificato con polimeri elastomerici SBS che ne modificano la struttura fisica e le caratteristiche chimiche e meccaniche.

Le proprietà del bitume modificato ed i relativi metodi di prova sono indicate nella tabella C.1.

Classe del bitume modificato UNI EN 14023			PmB 45/80-70	
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[$\times 0.1 \text{ mm}$]	45 ÷ 80	4
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≥ 70	4
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	$\leq - 12$	6
Viscosità dinamica 180°C	UNI EN 13302	[$\text{mPa} \cdot \text{s}$]	50 ÷ 200	-
Ritorno elastico a 25° C	UNI EN 13398	[%]	≥ 80	2
Stabilità allo stoccaggio ($\Delta \text{ pen}$)	UNI EN 133399	[$\times 0.1 \text{ mm}$]	9	2
Stabilità allo stoccaggio ($\Delta \text{ R\&B}$)	UNI EN 133399	[°C]	5	2

Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	3
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 60	7
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 8	2

Tabella C.1. Caratteristiche del bitume modificato

Il possesso dei requisiti elencati nella tabella C.1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del bitume modificato. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di bitume modificato da parte della Direzione Lavori, l'Impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del bitume modificato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato.

Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

d) Miscela di progetto:

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in tabella D.1.

La percentuale di bitume modificato deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Per uno spessore dello strato compreso tra 7 e 12 cm si farà riferimento al fuso AC20, mentre per uno spessore dello strato compreso tra 5 e 7 cm si farà riferimento al fuso AC16.

Fuso granulometrico		
Classe di conglomerato bituminoso riciclato a caldo	AC20	AC16
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
31,5	100	-
20	90 ÷ 100	100
16	-	90 ÷ 100
10	56 ÷ 68	73 ÷ 85
4	37 ÷ 48	45 ÷ 56
2	23 ÷ 33	28 ÷ 38
0,5	11 ÷ 17	16 ÷ 24
0,25	6 ÷ 12	11 ÷ 18
0,063	4,0 ÷ 7,0	4,0 ÷ 8,0
Contenuto di bitume		
Contenuto di bitume riferito alla miscela [%]	4,0 ÷ 5,5	4,0 ÷ 5,5
Contenuto di bitume riferito agli aggregati [%]	4,2 ÷ 5,8	4,2 ÷ 5,8
I valori del contenuto di bitume devono essere adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2,650/\rho_a$ dove ρ_a è la massa volumica apparente degli aggregati, in Mg/m ³ determinata secondo la UNI EN 1097-6.		

Tabella D.1. Fuso di progetto e intervallo del contenuto di bitume modificato

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato dovranno essere determinate tramite il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23) e ricavate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Secondo il metodo volumetrico (tabella D.2), i provini devono essere compattati mediante compattatore girevole ad un numero di giri totali N_3 . La densità di ogni provino compattato a N_3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato ρ_{bseal}) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico ρ_{bdim}). Il rapporto tra densità del provino sigillato ρ_{bseal} a N_3 giri e densità geometrica del provino ρ_{bdim} a N_3 giri sarà usato come fattore correttivo ($f = \rho_{bseal} / \rho_{bdim}$) di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (*densità corretta = densità geometrica $\times f$*). La densità corretta e la densità massima teorica ρ_m (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti V_m del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti V_m calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N_1 (iniziale, post-stesa), N_2 (intermedio, post-rullatura), N_3 (finale, previsionale post-traffico).

I vuoti nell'aggregato minerale *VMA* e i vuoti riempiti di bitume *VFB* dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N_2 .

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati in tabella D.2.

Quando prodotto in laboratorio, il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato dovrà essere confezionato e compattato nel rispetto delle reali temperature operative e in accordo alla UNI EN 12697-35.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione esterno	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 \pm 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100 (per AC16)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	150 (per AC20)
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume modificato)	[°C]	-	temperatura operativa \pm 10
Proprietà volumetriche e meccaniche			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
V_m a 10 rotazioni (N_1)	[%]	UNI EN 12697-8	11 \div 15
V_m a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 \div 6
<i>VMA</i> a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 12
<i>VFB</i> a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 \div 80
V_m a 180 rotazioni (N_3)	[%]	UNI EN 12697-8	\geq 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N_2 (<i>ITS</i>)	[N/mm ²]	UNI EN 12697-23	0,95 \div 1,80
Coef. di trazione indiretta ¹ a 25°C a N_2 (<i>CTI</i>)	-	-	\geq 100
Sensibilità all'acqua (<i>ITSR</i>)	[%]	UNI EN 12697-12	\geq 90
¹ dove D è il diametro del provino e d_v è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella D.2. Caratteristiche della miscela di progetto

Il possesso dei requisiti elencati in tabella D.1 e D.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume

modificato. Ad integrazione della marcatura CE, laddove non precisato, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà dichiarare con opportuna documentazione l'intervallo di temperatura di stesa del prodotto affinché siano garantite le prestazioni richieste.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare il dosaggio e il tipo di additivo eventualmente impiegato come stabilito nel paragrafo "Additivi".

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso da parte della Direzione Lavori, l'Impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del conglomerato bituminoso tipo binder con bitume modificato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

e) Emulsione bituminosa per impregnazione o per mano d'attacco:

Le emulsioni bituminose impiegate per impregnazione e mano d'attacco dovranno avere caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362). Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità norma europea armonizzata UNI EN 13808, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

Il materiale da impiegare per l'impregnazione è una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.1.

Emulsione bituminosa per impregnazione				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	55 ± 2	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	> 110	4 o 5
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 220	5
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 35	8

Tabella E.1. Caratteristiche dell'emulsione bituminosa per impregnazione

Il materiale da impiegare per mano d'attacco è una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.2.

Emulsione di bitume modificato per mano d'attacco				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN

				13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	69 ± 2	9
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 60	2
Ritorno elastico	UNI EN 13398	[%]	≥ 50	3

Tabella E.2. Caratteristiche dell'emulsione di bitume modificato per mano d'attacco

Il possesso dei requisiti elencati in tabella E.1 e tabella E.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle emulsioni bituminose. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di emulsione da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Nel caso di piccoli interventi, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di accettare l'uso di una unica emulsione o di una emulsione di bitume distillato (tabella E.2) per entrambe gli usi a favore di una più facile gestione del cantiere.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità delle emulsioni che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

f) Produzione della miscela:

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato 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 garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura opportuna a mantenere una viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere 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 miscelazione 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 e del bitume all'atto della miscelazione dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste della miscela a seguito della stesa. 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.

g) Preparazione della superficie di stesa:

Si potrà procedere alla stesa del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Prima della realizzazione dello strato di binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362).

A seconda che lo strato di supporto sia un misto granulare, conglomerato bituminoso riciclato a freddo, misto cementato oppure un conglomerato bituminoso (nuovo, fresato o usurato), la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di impregnazione (ancoraggio) e mano d'attacco.

Per impregnazione si intende una emulsione bituminosa a rottura media o lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato di misto granulare o conglomerato bituminoso riciclato a freddo prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale, impermeabilizzare la superficie di posa del conglomerato bituminoso e fornire una migliore adesione del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta o media rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.1, applicata con un dosaggio di bitume residuo pari a 1,0 kg/m². È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di graniglia o filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

Si definisce mano d'attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione cationica di bitume modificato a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella tabella E.2.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure di un intervento di manutenzione. Prima della stesa della mano di attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti tramite spazzolatura meccanica e/o aspirazione.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su un conglomerato bituminoso di nuova costruzione (strato nuovo o di risagomatura), il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m².

Nel caso di strato di ricopertura (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 1,00 kg/m² di bitume residuo. Se la pavimentazione esistente necessita una risagomatura con conglomerato bituminoso,

la mano d'attacco con dosaggio di 1,00 kg/m² di bitume residuo deve essere applicata prima della stesa dello strato di risagomatura.

Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,45 kg/m² di bitume residuo.

È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di filler o sabbia fine a discrezione della Direzione Lavori.

h) Posa in opera della miscela:

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

Nel caso di costruzione di due strisciate adiacenti, il giunto longitudinale sarà preferibilmente ottenuto mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente o con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non sia possibile, se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate (tabella E.2). Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (tabella E.2) per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (tabella E.2).

La sovrapposizione dei giunti tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare un eccessivo raffreddamento del prodotto e la formazione di croste.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

La stesa del conglomerato bituminoso deve avvenire in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dal possibile raffreddamento superficiale del materiale. La stesa del conglomerato bituminoso 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 aggiudicataria dell'appalto.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di almeno 8 tonnellate seguito da un rullo gommato con almeno cinque ruote e peso di almeno 12 tonnellate. Il rullo gommato dovrà operare in un intervallo di temperatura tale da non ormaiare lo strato e, allo stesso tempo, evitare che il conglomerato si attacchi allo pneumatico.

A chiudere la fase di compattazione, il rullo tandem provvederà all'eventuale finitura in modalità statica. I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h.

Si avrà inoltre cura 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.

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida (tabella E.2) in ragione di 0,30 kg/m² di bitume residuo.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

i) Controlli:

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

La tabella I.1 mostra il tipo di campione, l'ubicazione e la frequenza del controllo e i requisiti da rispettare durante tutto il processo di costruzione.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella A.1
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella A.2
Filler	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella A.3
Bitume	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella C.1
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Tabella E.1 o Tabella E.2
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (vedi paragrafo)
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa o	Temperatura di stesa, contenuto di bitume,

		a discrezione della Direzione Lavori	granulometria, caratteristiche volumetriche e meccaniche (vedi paragrafo), additivi (vedi paragrafo)
Carote	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa o a discrezione della Direzione Lavori	Spessore, contenuto di vuoti V_m
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Scostamento ≤ 5 mm

Tabella I.1. Controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso di tipo binder con bitume modificato

La temperatura di stesa del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato dovrà essere controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice all'atto della stesa e dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1), la granulometria degli aggregati estratti (UNI EN 12697-2) e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N_3 giri per le verifiche volumetriche (tabella D.2) e tre provini a N_2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (tabella D.2).

Il primo carotaggio sarà eseguito il giorno seguente l'inizio dei lavori e saranno richieste le verifiche in riferimento alla tabella I.1 (spessore e contenuto di vuoti). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso. Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*).

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UN EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore.

I controlli riferiti alla pavimentazione (spessore, contenuto di vuoti e regolarità) non saranno effettuati nel caso in cui il conglomerato bituminoso sia impiegato per la risagomatura della pavimentazione stradale esistente.

I controlli saranno effettuati per produzioni giornaliere superiori a 30 tonnellate.

I) Penali:

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato (preparazione, materiale e stesa).

Il non rispetto dell'intervallo di temperatura di stesa dichiarato per lo specifico prodotto comporterà il rifiuto del materiale.

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

Per il dosaggio di bitume residuo per mano d'attacco o di ancoraggio determinato a seguito della spruzzatura è tollerato uno scostamento di $\pm 10 \%$ rispetto al valore richiesto (per esempio, se richiesto $1,0 \text{ kg/m}^2$ l'intervallo di accettabilità sarebbe $1,1$ e $0,9 \text{ kg/m}^2$). Al fuori di tale limite l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta ad una immediata correzione della modalità di applicazione.

Il non rispetto del tipo e del dosaggio di additivo, la Direzione Lavori si riserva di stabilire l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume settimanale eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione, rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore, comporterà il rifiuto del materiale.

La curva granulometrica riscontrata dopo l'estrazione del conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto (prodotto accettato dalla Direzione Lavori), dovrà rispettare le seguenti tolleranze:

- per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del $\pm 5 \%$;
- per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 3 \%$;
- al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 1,5 \%$.

Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per carenze nella percentuale di bitume del conglomerato bituminoso a caldo tipo binder con bitume modificato, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25 \%$ rispetto al valore dichiarato per la miscela di progetto. Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione pari a: $25 \cdot b^2$;

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto per la miscela di progetto, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5,0 %, la detrazione sarà pari a $25 \cdot (|4,5 - 5,0| - 0,25)^2$ ovvero 1,6 %. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) successivo moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per lo spessore dello strato, determinato da misurazioni sulle carote estratte dalla pavimentazione è tollerata una carenza massima del 10 % rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10 %, verrà applicata una detrazione pari a: $3 \cdot (c - 10) \cdot 100$;

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$. Se la differenza supererà il 25 % (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 10 cm, al di sotto 7,5 cm sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e

ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato bituminoso di tipo binder o tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3. Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo. Quando possibile, il conguaglio potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo (mai superiore a 5 cm). La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione pari a:

$$2 \cdot s + s^2;$$

dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare sarà pari a $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$ ovvero del 15 %.

Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Nel caso in cui siano presenti pendenze longitudinali superiori al 8 %, il valore limite della percentuale di vuoti per l'applicazione delle detrazioni sarà il 10 % mentre per la rimozione il 15 %.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

Art. 41 - CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO BINDER RICICLATO

Il conglomerato bituminoso con riciclaggio a caldo tipo binder è costituito da una miscela di inerti vergini (pietrischi, graniglie, sabbie e filler), eventuali additivi e conglomerato bituminoso di recupero (comunemente detto fresato), il tutto impastato con bitume a caldo in impianti di tipo fisso automatizzati. Il contenuto di fresato deve essere inferiore al 20% sul volume degli inerti. Il conglomerato bituminoso con riciclaggio a caldo tipo binder è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli.

La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

a) Aggregati vergini e fresato:

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo e sono composti da aggregati grossi, fini e filler proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso ($D > 4$ mm; $d \geq 1$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	≥ 100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 1	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	FI ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella A.1: aggregato grosso

La designazione dell'aggregato fine ($D \leq 4$ mm; $d = 0$ mm) dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 70	-
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	[%]	≥ 50	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂

Tabella A.2: aggregato fine

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati, oppure può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	38 ÷ 45	V _{38/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	8 ÷ 16	$\Delta_{R\&B}$ 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A.1, A.2 ed A.3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori conto terzi. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevederà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043. Il conglomerato bituminoso di recupero (comunemente detto *fresato*) proviene dalla fresatura degli strati di rivestimento stradale in conglomerato bituminoso, dalla frantumazione di lastre in conglomerato bituminoso e da scarti di produzione e/o sovrapproduzione di conglomerato bituminoso (UNI EN 13108-8). Il contenuto di fresato deve essere inferiore al 20% sul volume degli inerti. Al fine di omogeneizzare le caratteristiche del fresato, è raccomandato seguire un processo di frantumazione, vagliatura e divisione dello stesso in almeno due frazioni. Preferibilmente tali frazioni dovranno essere stoccate sotto coperture areate a protezione delle piogge e tali da favorire l'evaporazione dell'umidità. Inoltre è consigliato produrre le frazioni a seconda delle esigenze di utilizzo in impianto per evitare che, a eseguito del lungo stoccaggio, si generino placche.

Il conglomerato bituminoso di recupero deve essere qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8. Per lo strato di conglomerato bituminoso con riciclaggio a caldo tipo binder è possibile impiegare come materiale costituente il fresato proveniente da qualunque strato della sovrastruttura stradale, a patto che la dimensione massima degli aggregati nel fresato non sia superiore alla dimensione massima di riferimento per la miscela di conglomerato bituminoso da produrre. Per restare a favore di sicurezza, è raccomandabile vagliare il fresato per eliminare eventuali elementi di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela (setaccio più piccolo tra quelli che permettono il 100% di materiale passante).

La percentuale di fresato va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela di progetto che l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

b) Additivi:

Gli additivi per riciclaggio a caldo sono prodotti che consentono di correggere le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel fresato in termini di proprietà di adesione, consistenza e viscosità, migliorando perciò le prestazioni del conglomerato bituminoso finale. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, in funzione del contenuto, tipo e caratteristiche di bitume presente nel fresato e dalle prestazioni del conglomerato bituminoso di progetto. In maniera indicativa il dosaggio dovrà essere compreso tra il 2% e il 7% in peso rispetto al bitume invecchiato presente nel fresato.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la scheda tecnica e di sicurezza dell'additivo per l'identificazione delle proprie caratteristiche e le modalità di impiego. In funzione dell'impiego, l'additivo per riciclaggio a caldo potrà essere disperso nel legante o spruzzato direttamente sul fresato, mediante attrezzature idonee a garantire l'esatto dosaggio e omogenea dispersione all'interno del conglomerato bituminoso.

L'additivo per riciclaggio a caldo impiegato deve presentare caratteristiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C).

c) Bitume:

Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591.

La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le stagioni più calde mentre la classe 70/100 sarà raccomandata nelle stagioni più fredde.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.

TIPO DI BITUME			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[mm · 10 ⁻¹]	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 8	≤ -10
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	50 ÷ 200
Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella A.4: metodi di prova per bitume tradizionale

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12591. Il possesso dei requisiti elencati nella tabella A.4 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

d) Progetto della miscela:

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione del conglomerato bituminoso per lo strato di binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.5. La percentuale di bitume, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Per uno spessore dello strato compreso tra 8 e 12 cm si farà riferimento al fuso AC20, mentre per uno spessore dello strato compreso tra 4 e 8 cm si farà riferimento al fuso AC16.

FUSO GRANULOMETRICO		
Tipo di conglomerato bituminoso	AC20	AC16
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
32	100	-
22,4	-	100
20	90 ÷ 100	-
16	-	90 ÷ 100
10	56 ÷ 68	73 ÷ 85
4	37 ÷ 48	45 ÷ 56
2	23 ÷ 33	28 ÷ 38
0,5	11 ÷ 17	16 ÷ 24
0,25	6 ÷ 12	11 ÷ 18
0,063	4 ÷ 10	4 ÷ 10

BITUME RIFERITO ALLA MISCELA		
Contenuto di bitume [%]	4,0 ÷ 5,7	4,0 ÷ 5,7
I valori del contenuto di bitume sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/p_d$, dove p_d è la massa volumica media degli aggregati, in Mg/m ³ determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.		

Tabella A.5: fuso di progetto e intervallo del contenuto di bitume per strato di binder

La quantità di bitume di effettivo impiego (contenuto ottimo di bitume) deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo volumetrico tramite compattatore giratorio (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23). Quando non possibile, in alternativa, si potrà utilizzare il metodo Marshall (UNI EN 12697-30, UNI EN 12697-34). Le miscele bituminose prodotte in laboratorio dovranno essere confezionate in accordo alla UNI EN 12697-35. Per ogni miscela bituminosa prodotta in laboratorio dovrà essere misurata la densità massima secondo la UNI EN 12697-5.

Secondo il metodo volumetrico (Tabella A.6), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N_3 . La densità di ogni provino compattato a N_3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico).

Il rapporto tra densità geometrica del provino a N_3 giri e densità del provino paraffinato a N_3 giri sarà usato come fattore correttivo di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (densità corretta).

La densità corretta e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti V_m del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti V_m calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N_1 (iniziale), N_2 (intermedio), N_3 (finale).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N_2 .

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati in Tabella A.6.

CONDIZIONI DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100 (per AC16)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	150 (per AC20)
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-35	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	140 ± 10
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Vuoti V_m a 10 rotazioni (N_1)	[%]	UNI EN 12697-8	10 ÷ 14
Vuoti V_m a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
Vuoti nell'aggregato minerale VMA a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 13
Vuoti riempiti di bitume VFB a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
Vuoti V_m a 180 rotazioni (N_3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta	[N/mm ²]	UNI EN 12697-23	0.75 ÷ 1.45

a 25°C (ITS)			
Coef. di trazione indiretta ¹ a 25°C (CTI)	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua (ITSR)	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
¹ dove D è il diametro del provino e d _v è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella A.6: metodo volumetrico per bitume tradizionale

Nel caso in cui sia adottato il metodo Marshall, la miscela di progetto dovrà verificare i requisiti di Tabella A.7.

CONDIZIONE DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-30	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-30	140 ± 10
Energia di compattazione	[n° colpi/faccia]	UNI EN 12697-30	75
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura		Valori richiesti
Vuoti residui V _m	[%]	UNI EN 12697-8	4 ÷ 6
Stabilità Marshall	[kN]	UNI EN 12697-34	> 10
Rigidezza Marshall	[kN/mm]	UNI EN 12697-34	3 ÷ 5
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	[%]	UNI EN 12697-34	≤ 25

Tabella A.7: metodo Marshall per bitume tradizionale

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (granulometria di progetto, tipo di bitume, contenuto di bitume) e i parametri volumetrici e meccanici in riferimento ai requisiti della miscela ottima risultante dallo studio di progetto.

e) Formazione, confezione e posa in opera della miscela:

Il conglomerato bituminoso 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 garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della 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 miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da 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 miscelazione 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 miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori 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.

In cantiere, il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la 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 vibrofinitrici.

Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica (C 60 B 4) per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa come sopra descritta.

Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e la sua spruzzatura con emulsione bituminosa come sopra descritta.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai 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 bituminoso dall'impianto di confezionamento 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 la formazione di croste.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, non dovrà risultare inferiore a 140°C.

La stesa del conglomerato bituminoso 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 del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di almeno 8 tonnellate più un rullo gommato con almeno sette ruote e peso di almeno 12 tonnellate. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 tonnellate per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Si avrà inoltre cura 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.

Prima della realizzazione del binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche.

A seconda che lo strato di supporto sia un misto granulare oppure un conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo contemporaneamente una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella A.9a, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m². È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo siano gli stessi. Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9a.

EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 5				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	[%]	45 ± 2	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	55 ± 2	4
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	120 ÷ 180	5
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[dmm]	≤ 100	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	> 30	-

Tabella A.9a: caratteristiche emulsione bituminosa per mano di ancoraggio

Si definisce mano di attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Prima della stesa della mano di attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su uno strato di conglomerato bituminoso di nuova costruzione, il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m².

Nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente), l'impresa dovrà provvedere alla presigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di malta bituminosa sigillante o l'applicazione di emulsione bituminosa tamponata con sabbia (almeno un mese prima della realizzazione dello strato nuovo). In tale caso (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m² di bitume residuo. Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m² di bitume residuo.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4). Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9b.

È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo siano gli stessi.

EMULSIONE BITUMINOSA C 60 B 4				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua % in peso	UNI EN 1428	[%]	40 ± 2	-
Contenuto bitume	UNI EN 1428	[%]	60 ± 2	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 130	4
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[dmm]	≤ 100	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	> 40	-

Tabella A.9b : caratteristiche emulsione bituminosa per mano di attacco

Il conglomerato bituminoso verrà steso sul piano finito dello strato sottostante solo dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

f) Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ciascun cantiere, la composizione e le caratteristiche meccaniche e volumetriche delle miscele che intende adottare; ciascuna deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Gli attestati di conformità CE dei componenti della miscela devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'impresa deve attenersi rigorosamente. La Tabella A.10 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare la qualità del conglomerato bituminoso utilizzato e dei suoi componenti.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi laboratorio indicato dal Committente;
- uno deve restare a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N_3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella A.6) e tre provini a N_2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (Tabella A.6).

In mancanza del compattatore giratorio, dovranno essere compattati tre provini con compattatore Marshall per la determinazione della percentuale dei vuoti (Tabella A.7) e tre provini per la determinazione della Stabilità e Rigidità Marshall (Tabella A.7).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà le carote per la verifica degli spessori e dell'efficacia della compattazione in sito (percentuale di vuoti). Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso.

Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

g) Penali

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare. La curva granulometrica riscontrata dopo estrazione di conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto, dovrà rispettare le seguenti tolleranze.

Per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del $\pm 5 \%$; per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 3 \%$; al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 1,5 \%$. Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per la percentuale di bitume, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25 \%$ rispetto al valore dichiarato nello studio di progetto della miscela.

Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a $25 \cdot b^2$, dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,25 %.

Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5 %, la detrazione da applicare al prezzo del binder sarà pari a $25 \cdot (|4,5 - 5| - 0,25)^2$ ovvero 1,6 %. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo successivo (materiale sciolto) moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La detrazione per carenza di spessore sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori.

La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore dello strato differisce (in diminuzione) rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7 %. Per esempio, se la differenza è del 10 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(10 - 7) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$.

Qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7 % non sarà applicata nessuna detrazione. Se invece la differenza raggiungerà il 25 %, la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento

lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3.

Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a $2 \cdot s + s^2$; dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare al prezzo di aggiudicazione dei lavori sarà pari a $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$ ovvero del 15 %.

Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Per le caratteristiche dei materiali costituenti, le proprietà volumetriche e meccaniche della miscela compattata in laboratorio non conformi a quelle richieste, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Art. 42 - CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO USURA CON 30% DI AGGREGATI NON CARBONATICI

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici (percentuale espressa in volume sulla miscela di inerti) è costituito da una miscela di inerti vergini (pietrischi, graniglie, sabbie e filler), eventuali additivi, impastata con bitume a caldo in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli. La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità al regolamento Ue 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

a) Aggregati:

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici (percentuale espressa in volume sulla miscela di inerti) e sono composti da aggregati grossi, fini e filler proveniente dalla frazione fina (filler di recupero) o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

L'aggregato grosso ($D \leq 45$ mm; $d \geq 2$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per almeno il 30% in volume sulla miscela totale degli aggregati, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 20	LA ₂₀
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 15	FI ₁₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 15	SI ₁₅
Resistenza alla levigabilità	UNI EN 1097-8	[-]	≥ 50	PSV ₅₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella A.1

Nel caso in cui, per la produzione del conglomerato sia necessario un ulteriore apporto di aggregato grosso, esso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	FI ₂₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 25	SI ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella A.2

L'aggregato fine ($D \leq 2$ mm; $d = 0$ mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.3. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 70	SE ₇₀

Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 5	f ₅

Tabella A.3

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.4.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	≥ 38	V _{38/45}
Passante al setaccio 0,063 mm	-	[%]	≥ 70	-
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	8 ÷ 25	Δ _{R&B} 8/25

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella A.1, A.2, A.3 e A.4 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Additivi:

Per migliorare la durabilità all'acqua del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici potranno essere impiegati additivi come attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive o calce che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la scheda tecnica e di sicurezza dell'additivo per l'identificazione delle proprie caratteristiche e le modalità di impiego. Inoltre si dovrà riportare, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, lo spettro infrarosso dell'additivo acquisito in trasmissione tramite Spettrometro Infrarosso (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR*) nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm⁻¹, indicando le bande caratteristiche

individuabili nella miscela bitume-additivo. L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C).

Nel caso dell'utilizzo di calce l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la marcatura CE della calce secondo la UNI EN 459-1.

Il dosaggio dell'additivo dovrà essere specificato obbligatoriamente tra le caratteristiche del conglomerato bituminoso tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante l'identificazione che intende impiegare.

Una volta accettato il conglomerato bituminoso tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al rigoroso utilizzo di tutti le sue componenti nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

c) Bitume:

Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego, specificata dalla Direzione Lavori in fase di progetto, sarà per la classe 50/70 per le stagioni più calde, mentre la classe 70/100 sarà raccomandata nelle stagioni più fredde.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella C.1.

Classe del bitume UNI EN 12591			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[× 0.1 mm]	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 8	≤ -10
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	50 ÷ 200
Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella C.1

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella C.1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del bitume. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettato il tipo di bitume da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del bitume che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

d) Miscele di progetto:

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella D.1.

La percentuale di bitume deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Per uno spessore dello strato compreso tra 4 e 5 cm si farà riferimento al fuso AC12, mentre per uno spessore dello strato di 3 cm si farà riferimento al fuso AC8.

Fuso granulometrico		
Classe di conglomerato bituminoso	AC12	AC8
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
20	100	-
12,5	90 ÷ 100	100
8	72 ÷ 84	90 ÷ 100
6,3	-	75 ÷ 88
4	44 ÷ 55	53 ÷ 66
2	26 ÷ 36	30 ÷ 43
0,5	14 ÷ 20	17 ÷ 25
0,25	10 ÷ 15	11 ÷ 17
0,063	6,0 ÷ 10	6,0 ÷ 10
Contenuto di bitume		
Contenuto di bitume riferito alla miscela [%]	4,7 ÷ 5,8	4,9 ÷ 6,0
Contenuto di bitume riferito agli aggregati [%]	4,9 ÷ 6,2	5,2 ÷ 6,4
I valori del contenuto di bitume devono essere adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2,650/\rho_a$, dove ρ_a è la massa volumica apparente degli aggregati, in Mg/m ³ determinata secondo la UNI EN 1097-6.		

Tabella D.1

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici dovranno essere determinate tramite il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23) e ricavate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Secondo il metodo volumetrico (Tabella D.2), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N_3 . La densità di ogni provino compattato a N_3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato ρ_{bseal}) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico ρ_{bdim}).

Il rapporto tra densità del provino sigillato ρ_{bseal} a N_3 giri e densità geometrica del provino ρ_{bdim} a N_3 giri sarà usato come fattore correttivo ($f = \rho_{bseal} / \rho_{bdim}$) di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione ($\text{densità corretta} = \text{densità geometrica} \times f$). La densità corretta e la densità massima teorica ρ_m (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti V_m del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti V_m calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N_1 (iniziale, post-stesa), N_2 (intermedio, post-rullatura), N_3 (finale, previsionale post-traffico).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N_2 .

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati in Tabella D.2.

Quando prodotto in laboratorio, il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura tradizionale con basalto dovrà essere confezionato in accordo alla UNI EN 12697-35.

Condizioni di compattazione

Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione esterno	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70 o 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	temperatura operativa ± 10
Proprietà volumetriche e meccaniche			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
V_m a 10 rotazioni (N_1)	[%]	UNI EN 12697-8	11 ÷ 15
V_m a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
VMA a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 12
VFB a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
V_m a 180 rotazioni (N_3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N_2 (<i>ITS</i>)	[N/mm ²]	UNI EN 12697-23	0,75 ÷ 1,50
Coef. di trazione indiretta ¹ a 25°C a N_2 (<i>CTI</i>)	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua (<i>ITSR</i>)	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
¹ dove D è il diametro del provino e d_v è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella D.2

Il possesso dei requisiti sopra elencati sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici. Ad integrazione della marcatura CE, laddove non precisato, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà dichiarare con opportuna documentazione l'intervallo di temperatura di stesa del prodotto affinché siano garantite le prestazioni richieste.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Il produttore dovrà inoltre dichiarare il dosaggio e il tipo di additivo eventualmente impiegato come stabilito nel paragrafo precedente.

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del conglomerato bituminoso tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

e) Emulsione bituminosa per mano d'attacco:

L'emulsione bituminosa impiegata per mano d'attacco dovranno avere caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362). Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità norma europea armonizzata UNI EN 13808, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

Il materiale da impiegare per mano d'attacco è una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella Tabella E.1.

È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto. Nel caso non si utilizzino flussanti, potrà essere impiegato un bitume di base più soffice.

Emulsione bituminosa per mano d'attacco				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	67 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	$70 \div 155$	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 43	6

Tabella E.1

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella E.1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle emulsioni bituminose. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità dell'emulsione che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

f) Produzione della miscela:

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici 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 garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla

temperatura opportuna a mantenere una viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere 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 miscelazione 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 e del bitume all'atto della miscelazione dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste della miscela a seguito della stesa. 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.

g) Preparazione della superficie di stesa:

Si potrà procedere alla stesa del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota e sagoma indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una mano d'attacco con emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362).

Si definisce mano d'attacco una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso (chiuso e coeso) prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella Tabella E.1.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure di un intervento di manutenzione. Prima della stesa della mano di attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti tramite spazzolatura meccanica e/o aspirazione.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su un conglomerato bituminoso di nuova costruzione (strato nuovo o di risagomatura), il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m².

Nel caso di strato di ricopertura (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 1,00 kg/m² di bitume residuo. Se la pavimentazione esistente necessita una risagomatura con conglomerato bituminoso, la mano d'attacco con dosaggio di 1,00 kg/m² di bitume residuo deve essere applicata prima della stesa dello strato di risagomatura.

Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata o su conglomerato bituminoso riciclato a freddo nuovo, il dosaggio deve essere di 0,45 kg/m² di bitume residuo.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di filler o sabbia fine.

h) Posa in opera della miscela:

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

Nel caso di costruzione di due strisciate adiacenti, il giunto longitudinale sarà preferibilmente ottenuto mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente o con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non sia possibile, se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate Tabella E.1.

Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella E.1) per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella E.1).

Tutti i giunti dovranno essere sigillati dopo la compattazione tramite percolazione di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella E.1) ed eventuale saturazione superficiale con sabbia o filler. La sigillatura con emulsione bituminosa dovrà essere eseguita anche sulle sponde della striscia di margine laterale.

La sovrapposizione dei giunti tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare un eccessivo raffreddamento del prodotto e la formazione di croste.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

La stesa del conglomerato bituminoso deve avvenire in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dal possibile raffreddamento superficialmente del materiale. La stesa del conglomerato bituminoso 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 del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di massimo 10 tonnellate, seguito da un eventuale rullo gommato con almeno cinque ruote e peso di almeno 12 tonnellate a discrezione della direzione lavori. Il rullo gommato dovrà operare in un intervallo di temperatura tale da non ormaiare lo strato e, allo stesso tempo, evitare che il conglomerato si attacchi allo pneumatico.

A chiudere la fase di compattazione, il rullo tandem provvederà all'eventuale finitura in modalità statica. I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h.

Si avrà inoltre cura 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.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

i) Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La Tabella I.1 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare tutto il processo di costruzione.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Filler	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Bitume	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (vedi paragrafo)
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Temperatura di stesa, contenuto di bitume, granulometria, caratteristiche volumetriche e meccaniche (vedi paragrafo), additivi (vedi paragrafo)
Carote	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della	Spessore, contenuto di vuoti V _m

		Direzione Lavori Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	≥ 55 Pendulum Test Value (PTV)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	$\geq 0,4$ Macrotexture depth (MTD)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Scostamento ≤ 5 mm

Tabella I.1

La temperatura di stesa del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici dovrà essere controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice all'atto della stesa e dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1), la granulometria degli aggregati estratti (UNI EN 12697-2) e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N_3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella D.2) e tre provini a N_2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (Tabella D.2).

Il primo carotaggio sarà eseguito il giorno seguente l'inizio dei lavori e saranno richieste le verifiche in riferimento alla Tabella I.1 (spessore e contenuto di vuoti). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso. Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*).

La macrotestitura e la resistenza allo slittamento/derapaggio sulla superficie stradale dovranno essere verificate rispettivamente con la tecnica volumetrica ad impronta (UNI EN 13036-1) e il metodo del pendolo (UNI EN 13036-4) tra il trentesimo e il sessantesimo giorno dall'apertura al traffico.

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UNI EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore.

I controlli saranno effettuati per produzioni giornaliere superiori a 30 tonnellate.

I) Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici (preparazione, materiale e stesa).

Il non rispetto dell'intervallo di temperatura di stesa dichiarato per lo specifico prodotto comporterà il rifiuto del materiale.

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

Per il dosaggio di bitume residuo per mano d'attacco determinato a seguito della spruzzatura è tollerato uno scostamento di $\pm 10 \%$ rispetto al valore richiesto (per esempio, se richiesto $0,30 \text{ kg/m}^2$ l'intervallo di accettabilità sarebbe $0,33$ e $0,27 \text{ kg/m}^2$). Al fuori di tale limite l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta ad una immediata correzione della modalità di applicazione.

Il non rispetto del tipo e del dosaggio di additivo, la Direzione Lavori si riserva di stabilire l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume settimanale eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore comporterà il rifiuto del materiale.

La curva granulometrica riscontrata dopo l'estrazione del conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto (prodotto accettato dalla Direzione Lavori), dovrà rispettare le seguenti tolleranze:

- per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del $\pm 5 \%$;
- per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 3 \%$;
- al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 1,5 \%$.

Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per un contenuto di aggregati non carbonatici inferiore al 30% in volume, si farà riferimento al conglomerato di usura con soli aggregati calcarei.

Per carenze nella percentuale di bitume del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25 \%$ rispetto al valore dichiarato per la miscela di progetto. Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione pari a:

$$25 \cdot b^2;$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto per la miscela di progetto, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5,0 %, la detrazione sarà pari a $25 \cdot (|4,5 - 5,0| - 0,25)^2$ ovvero 1,6 %. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) successivo moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per lo spessore dello strato, determinato da misurazioni sulle carote estratte dalla pavimentazione è tollerata una carenza massima del 10 % rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10 %, verrà applicata una detrazione pari a:

$$3 \cdot (c - 10) \cdot 100;$$

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9$ %.

Se la differenza supererà il 25 % (in diminuzione), la direzione lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 4 cm, al di sotto 3 cm sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato lo stesso conglomerato bituminoso che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3 (spessore minimo in funzione della dimensione massima come indicato in tabella). Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione pari a:

$$2 \cdot s + s^2;$$

dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare sarà pari a $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$ ovvero del 15 %.

Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Nel caso in cui siano presenti pendenze longitudinali superiori al 8 %, il valore limite della percentuali di vuoti per l'applicazione delle detrazioni sarà il 10 % mentre per la rimozione il 15 %.

Per valori PTV inferiori a 55 verrà applicata una detrazione dell'1% per ogni unità in meno. Valori PTV inferiori a 50 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione o l'applicazione di un trattamento superficiale di irruvidimento, concordato con la Direzione Lavori, a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori MTD inferiori a 0,40 una detrazione dell'1% per ogni decimo in meno. Valori MTD inferiori a 0,25 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione o l'applicazione di un trattamento superficiale di irruvidimento, concordato con la Direzione Lavori, a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione

precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

Art. 43 - CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO TIPO USURA CON 30% DI AGGREGATI NON CARBONATICI E BITUME MODIFICATO

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici (percentuale espressa in volume sulla miscela di inerti) e bitume modificato è costituito da una miscela di inerti vergini (pietrischi, graniglie, sabbie e filler), eventuali additivi, impastata a caldo con bitume modificato in impianti di tipo fisso automatizzati.

La modifica del bitume mediante l'introduzione di polimeri permette vantaggi significativi sia dal punto di vista della resistenza meccanica che delle caratteristiche funzionali.

In generale, i miglioramenti ottenuti tramite la modifica del bitume con polimeri riguardano la resistenza alle deformazioni permanenti, resistenza a rottura, proprietà elastiche, suscettibilità termica, flessibilità alle basse temperature, coesione alle alte temperature e resistenza all'acqua e allo spogliamento.

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici e bitume modificato è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e subito costipato tramite rulli. La miscela impiegata dovrà essere qualificata in conformità al regolamento Ue 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

a) Aggregati:

Gli aggregati lapidei costituiscono la matrice litica del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici (percentuale espressa in volume sulla miscela di inerti) e bitume modificato e sono composti da aggregati grossi, fini e filler proveniente dalla frazione fina (filler di recupero) o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

L'aggregato grosso ($D \leq 45$ mm; $d \geq 2$ mm) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per almeno il 30% in volume sulla miscela totale degli aggregati, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 20	LA ₂₀
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂

Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 15	FI ₁₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 15	SI ₁₅
Resistenza alla levigabilità	UNI EN 1097-8	[-]	≥ 50	PSV ₅₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella A.1

Nel caso in cui, per la produzione del conglomerato sia necessario un ulteriore apporto di aggregato grosso, esso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 2	f ₂
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	FI ₂₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 25	SI ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Tabella A.2

L'aggregato fine ($D \leq 2$ mm; $d = 0$ mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione e potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.3.

Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base, più gruppo 2 della UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 70	SE ₇₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 5	f ₅

Tabella A.3

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.4. La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
-----------	-----------------	-----------------	------------------	------------------------

Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	≥ 38	V _{38/45}
Passante al setaccio 0,063	-	[%]	≥ 70	-
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	8 ÷ 25	Δ _{R&B} 8/25

Tabella A.4

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella A.1, A.2, A.3 e A.4 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettate le singole pezzature di aggregati da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al loro rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità degli aggregati che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

b) Additivi:

Nel conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici e bitume modificato, per migliorare la durabilità all'acqua, potranno essere impiegati degli additivi come attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive o calce che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la scheda tecnica e di sicurezza dell'additivo per l'identificazione delle proprie caratteristiche e le modalità di impiego. Inoltre si dovrà riportare, in apposito certificato rilasciato da un laboratorio conto terzi o dal produttore, lo spettro infrarosso dell'additivo acquisito in trasmissione tramite Spettrometro Infrarosso (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR*) nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm⁻¹, indicando le bande caratteristiche individuabili nella miscela bitume-additivo. L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C).

Nel caso dell'utilizzo di calce l'impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta a presentare alla Direzione Lavori la marcatura CE della calce secondo la UNI EN 459-1.

Il dosaggio dell'additivo dovrà essere specificato obbligatoriamente tra le caratteristiche del conglomerato bituminoso tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici.

L'impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante l'identificazione che intende impiegare.

Una volta accettato il conglomerato bituminoso tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici da parte della Direzione Lavori, l'impresa aggiudicataria dell'appalto, sarà vincolata al rigoroso utilizzo di tutti le sue componenti nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

c) Bitume modificato:

Il legante deve essere costituito da bitume modificato con polimeri elastomerici SBS che ne modificano la struttura fisica e le caratteristiche chimiche e meccaniche.

Le proprietà del bitume modificato ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella C.1.

Classe del bitume modificato UNI EN 14023			PmB 45/80-70	
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[× 0.1 mm]	45 ÷ 80	4
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≥ 70	4
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 12	6
Viscosità dinamica 180°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	-
Ritorno elastico a 25° C	UNI EN 13398	[%]	≥ 80	2
Stabilità allo stoccaggio (Δ pen)	UNI EN 133399	[× 0.1 mm]	9	2
Stabilità allo stoccaggio (Δ R&B)	UNI EN 133399	[°C]	5	2
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	3
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 60	7
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 8	2

Tabella C.1

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella C.1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del bitume modificato. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri richiesti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti prescritti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore. Una volta accettato il tipo di bitume modificato da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del bitume modificato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

d) Miscela di progetto:

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici e bitume modificato, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella D.1. La percentuale di bitume deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Per uno spessore dello strato compreso tra 4 e 5 cm si farà riferimento al fuso AC12, mentre per uno spessore dello strato di 3 cm si farà riferimento al fuso AC8.

Fuso granulometrico

Classe di conglomerato bituminoso	AC12	AC8
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
20	100	-
12,5	90 ÷ 100	100
8	72 ÷ 84	90 ÷ 100
6,3	-	75 ÷ 88
4	44 ÷ 55	53 ÷ 66
2	26 ÷ 36	30 ÷ 43
0,5	14 ÷ 20	17 ÷ 25
0,25	10 ÷ 15	11 ÷ 17
0,063	6,0 ÷ 10	6,0 ÷ 10
Contenuto di bitume		
Contenuto di bitume riferito alla miscela [%]	4,7 ÷ 5,8	4,9 ÷ 6,0
Contenuto di bitume riferito agli aggregati [%]	4,9 ÷ 6,2	5,2 ÷ 6,4
I valori del contenuto di bitume devono essere adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2,650/\rho_a$, dove ρ_a è la massa volumica media degli aggregati, in Mg/m ³ determinata secondo la UNI EN 1097-6		

Tabella D.1

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici e bitume modificato dovranno essere determinate tramite il metodo volumetrico (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23) e ricavate dalla media di almeno tre campioni considerando un coefficiente di variazione $\leq 0,15$ (deviazione standard/media).

Secondo il metodo volumetrico (Tabella D.2), i provini devono essere compattati mediante compattatore girevole ad un numero di giri totali N_3 . La densità di ogni provino compattato a N_3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato ρ_{bseal}) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico ρ_{bdim}). Il rapporto tra densità del provino sigillato ρ_{bseal} a N_3 giri e densità geometrica del provino ρ_{bdim} a N_3 giri sarà usato come fattore correttivo ($f = \rho_{bseal} / \rho_{bdim}$) di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (*densità corretta* = *densità geometrica* × f). La densità corretta e la densità massima teorica ρ_m (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti V_m del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti V_m calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N_1 (iniziale, post-stesa), N_2 (intermedio, post-rullatura), N_3 (finale, previsionale post-traffico). I vuoti nell'aggregato minerale *VMA* e i vuoti riempiti di bitume *VFB* dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N_2 .

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati in Tabella D.2.

Quando prodotto in laboratorio, il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura tradizionale con basalto dovrà essere confezionato in accordo alla UNI EN 12697-35.

Condizioni di compattazione			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione esterno	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume modificato)	[°C]	UNI EN 12697-35	temperatura operativa ± 10
Proprietà volumetriche e meccaniche			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
V_m a 10 rotazioni (N_1)	[%]	UNI EN 12697-8	11 ÷ 15

V_m a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
VMA a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 12
VFB a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
V_m a 180 rotazioni (N_3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N_2 (ITS)	[N/mm ²]	UNI EN 12697-23	0,95 ÷ 1,80
Coef. di trazione indiretta ¹ a 25°C a N_2 (CTI)	-	-	≥ 100
Sensibilità all'acqua (ITSR)	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 90
¹ dove D è il diametro del provino e d_v è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella D.2

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella D.1 e D.2 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici e bitume modificato. Ad integrazione della marcatura CE, laddove non precisato, l'impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà dichiarare con opportuna documentazione l'intervallo di temperatura di stesa del prodotto affinché siano garantite le prestazioni richieste.

Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Il produttore dovrà inoltre dichiarare il dosaggio e il tipo di additivo eventualmente impiegato come stabilito nel paragrafo Penali.

Una volta accettato il tipo di conglomerato bituminoso da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità del conglomerato bituminoso tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici e bitume modificato che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

e) Emulsione bituminosa per mano d'attacco:

L'emulsione bituminosa impiegata per mano d'attacco dovrà avere caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362). Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità norma europea armonizzata UNI EN 13808, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

Il materiale da impiegare per mano d'attacco è una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella Tabella E.1. È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

Emulsione di bitume modificato per mano d'attacco				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	69 ± 2	9
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 60	2
Ritorno elastico	UNI EN 13398	[%]	≥ 75	4

Tabella E.1

Il possesso dei requisiti elencati in Tabella E.1 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE delle emulsioni bituminose. Nel caso in cui le rispettive marcature CE non riportino tutti i parametri prescritti, la documentazione dovrà essere integrata da certificati di prova attestanti i requisiti stabiliti rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal produttore.

Una volta accettato il tipo di emulsione da parte della Direzione Lavori, l'impresa sarà vincolata al suo rigoroso utilizzo nel rispetto delle tolleranze riportate nel paragrafo Penali.

Resta salva la facoltà della Direzione Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Nel caso di piccoli interventi, la Direzione Lavori si riserva la possibilità di accettare l'uso di un'emulsione di bitume distillato, nel rispetto delle caratteristiche richieste in questo Capitolato, laddove essa sia già in uso nell'ambito dello stesso progetto.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità dell'emulsione che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato. Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

f) Produzione della miscela:

Il conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici e bitume modificato 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 garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare una miscela rispondente alle caratteristiche dichiarate di progetto. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura opportuna a mantenere una viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere 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 miscelazione 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 e del bitume all'atto della miscelazione dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste della miscela a seguito della stesa. 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.

g) Preparazione della superficie di stesa:

Si potrà procedere alla stesa del conglomerato bituminoso a caldo di tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici e bitume modificato solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota e sagoma indicati in progetto. Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una mano d'attacco con emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche (UNI EN 13808, UNI/TR 11362).

Si definisce mano d'attacco una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso (chiuso e coeso) prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura rapida rispondente alle specifiche indicate nella Tabella E.1.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure di un intervento di manutenzione. Prima della stesa della mano di attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti tramite spazzolatura meccanica e/o aspirazione.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su un conglomerato bituminoso di nuova costruzione (strato nuovo o di risagomatura), il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m².

Nel caso di strato di ricopertura (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 1,00 kg/m² di bitume residuo. Se la pavimentazione esistente necessita una risagomatura con conglomerato bituminoso, la mano d'attacco con dosaggio di 1,00 kg/m² di bitume residuo deve essere applicata prima della stesa dello strato di risagomatura.

Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata o conglomerato bituminoso riciclato a freddo nuovo, il dosaggio deve essere di 0,45 kg/m² di bitume residuo.

L'emulsione bituminosa dovrà essere saturata tramite la stesa con mezzi idonei di filler o sabbia fine.

h) Posa in opera della miscela:

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici non dovranno mai operare a velocità di stesa superiori a 5 m/min e dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali e trasversali.

Nel caso di costruzione di due strisciate adiacenti, il giunto longitudinale sarà preferibilmente ottenuto mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente o con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non sia possibile, se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura per assicurare la saldatura delle due strisciate (Tabella E.1). Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e alla spruzzatura con emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella E.1) per assicurare la saldatura della nuova striscia all'esistente.

Il giunto trasversale, di inizio o fine produzione giornaliera o inizio o fine sezione, dovrà essere realizzato tramite taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella E.1).

Tutti i giunti dovranno essere sigillati dopo la compattazione tramite percolazione di emulsione bituminosa cationica a rapida rottura (Tabella E.1) ed eventuale saturazione superficiale con sabbia o filler. La sigillatura con emulsione bituminosa dovrà essere eseguita anche sulle sponde della striscia di margine laterale.

La sovrapposizione dei giunti tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare un eccessivo raffreddamento del prodotto e la formazione di croste.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

La stesa del conglomerato bituminoso deve avvenire in maniera continua e senza interruzioni fino a completo esaurimento del materiale trasportato, evitando problemi causati dal possibile raffreddamento superficiale del materiale.

La stesa del conglomerato bituminoso 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 del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di massimo 10 tonnellate, seguito da un eventuale rullo gommato con almeno cinque ruote e peso di almeno 12 tonnellate a discrezione della direzione lavori. Il rullo gommato dovrà operare in un intervallo di temperatura tale da non ormaiare lo strato e, allo stesso tempo, evitare che il conglomerato si attacchi allo pneumatico.

A chiudere la fase di compattazione, il rullo tandem provvederà all'eventuale finitura in modalità statica. I rulli in fase di compattazione non dovranno mai procedere con velocità superiori a 5 km/h.

Si avrà inoltre cura 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.

Eventuali principi di sgranature o aree con affioramento superficiale di aggregati grossi indice di segregazione della miscela, specialmente nei pressi delle zone di partenza o fermata della vibrofinitrice o attigue a pozzetti o aree soggette a lavorazioni a mano, dovranno essere rese saldamente coese con sigillatura, anche manuale, con emulsione bituminosa e filler o sabbia.

i) Controlli:

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici e bitume modificato deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità. La tabella I.1 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare tutto il processo di costruzione.

Controllo dei materiali e verifiche prestazionali			
Tipo di campione	Ubicazione del controllo	Frequenza del controllo	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabelle
Aggregato fine	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Filler	Impianto	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Bitume	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Emulsione bituminosa	Cisterna	Inizio cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Vedi tabella
Emulsione bituminosa	Cantiere	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Dosaggio di bitume residuo (vedi paragrafo)
Conglomerato bituminoso sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera o ogni 5000 m ² di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Temperatura di stesa, contenuto di bitume, granulometria, caratteristiche volumetriche e meccaniche (vedi paragrafo), additivi (vedi paragrafo)
Carote	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Spessore, contenuto di vuoti V_m
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	≥ 55 Pendulum Test Value (PTV)
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della	≥ 0,4 Macrottexture depth (MTD)

		Direzione Lavori	
Superficie della pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 250 m di stesa cantiere o a discrezione della Direzione Lavori	Scostamento ≤ 5 mm

Tabella I.1

La temperatura di stesa del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 40% di aggregati non carbonatici e bitume modificato dovrà essere controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice all'atto della stesa e dovrà rispettare l'intervallo di temperatura dichiarato per lo specifico prodotto.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un laboratorio conto terzi selezionato dalla Direzione Lavori;
- uno a disposizione dell'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1), la granulometria degli aggregati estratti (UNI EN 12697-2) e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N_3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella D.2) e tre provini a N_2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (Tabella D.2).

Il primo carotaggio sarà eseguito il giorno seguente l'inizio dei lavori e saranno richieste le verifiche in riferimento alla Tabella I.1 (spessore e contenuto di vuoti). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso. Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*).

La macrotestitura e la resistenza allo slittamento/derapaggio sulla superficie stradale dovranno essere verificate rispettivamente con la tecnica volumetrica ad impronta (UNI EN 13036-1) e il metodo del pendolo (UNI EN 13036-4) tra il trentesimo e il sessantesimo giorno dall'apertura al traffico.

Le eventuali irregolarità superficiali dovranno essere misurate in direzione longitudinale e trasversale tramite un regolo di 3 m (UNI EN 13036-7).

Per progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, l'Impresa aggiudicataria dell'appalto dovrà consegnare settimanalmente alla Direzione Lavori i rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione che potranno essere rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore.

I controlli saranno effettuati per produzioni giornaliere superiori a 30 tonnellate.

I) Penali

Le detrazioni di seguito descritte saranno applicate in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici (preparazione, materiale e stesa).

Il non rispetto dell'intervallo di temperatura di stesa dichiarato per lo specifico prodotto comporterà il rifiuto del materiale.

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Il non rispetto delle emulsioni accettate per lo specifico uso, comporterà il rifiuto del materiale.

Per il dosaggio di bitume residuo per mano d'attacco determinato a seguito della spruzzatura è tollerato uno scostamento di $\pm 10 \%$ rispetto al valore richiesto (per esempio, se richiesto $0,30 \text{ kg/m}^2$ l'intervallo di accettabilità sarebbe $0,33$ e $0,27 \text{ kg/m}^2$). Al fuori di tale limite l'Impresa aggiudicataria dell'appalto è tenuta ad una immediata correzione della modalità di applicazione.

Il non rispetto del tipo e del dosaggio di additivo, la Direzione Lavori si riserva di stabilire l'accettabilità del conglomerato e le eventuali penali da applicare.

Nell'ambito di progetti con produzione superiore a 4.000 tonnellate, la non consegna settimanale da parte dell'impresa aggiudicataria dell'appalto dei rapporti di prova di granulometria e contenuto di bitume settimanale eseguiti ogni 1.000 tonnellate di produzione, rilasciati da un laboratorio conto terzi o dal fornitore, comporterà il rifiuto del materiale.

La curva granulometrica riscontrata dopo l'estrazione del conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto (prodotto accettato dalla Direzione Lavori), dovrà rispettare le seguenti tolleranze:

- per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del $\pm 5 \%$;
- per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 3 \%$;
- al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 1,5 \%$.

Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per un contenuto di aggregati non carbonatici inferiore al 30% in volume, si farà riferimento al conglomerato di usura con soli aggregati calcarei.

Per carenze nella percentuale di bitume del conglomerato bituminoso a caldo tipo usura con 30% di aggregati non carbonatici e bitume modificato, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25 \%$ rispetto al valore dichiarato per la miscela di progetto. Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione pari a: $25 \cdot b^2$; dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto per la miscela di progetto, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5,0 %, la detrazione sarà pari a $25 \cdot (|4,5 - 5,0| - 0,25)^2$ ovvero 1,6 %. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) successivo moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per lo spessore dello strato, determinato da misurazioni sulle carote estratte dalla pavimentazione è tollerata una carenza massima del 10 % rispetto allo spessore di progetto. Per carenze superiori al 10 %, verrà applicata una detrazione pari a: $3 \cdot (c - 10) \cdot 100$;

dove c rappresenta la carenza di spessore rispetto al valore di progetto espressa in percentuale. Per esempio, se la differenza è del 13 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(13 - 10) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$. Se la differenza supererà il 25 % (in diminuzione), la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto (per esempio, se lo spessore di progetto è pari a 4 cm, al di sotto 3 cm sarà richiesto il rifacimento). In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguaglio (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato lo stesso conglomerato bituminoso che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3 (spessore minimo in funzione della dimensione massima come indicato in tabella). Nel rispetto delle quote finali di progetto, sarà valutata dalla Direzione Lavori la possibilità di una fresatura parziale per aver modo di stendere lo strato di conguaglio nel rispetto del suo spessore minimo.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione pari a:

$$2 \cdot s + s^2;$$

dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare sarà pari a $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$ ovvero del 15 %.

Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Nel caso in cui siano presenti pendenze longitudinali superiori al 8 %, il valore limite della percentuali di vuoti per l'applicazione delle detrazioni sarà il 10 % mentre per la rimozione il 15 %.

Per valori PTV inferiori a 55 verrà applicata una detrazione dell'1% per ogni unità in meno. Valori PTV inferiori a 50 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione o l'applicazione di un trattamento superficiale di irruvidimento, concordato con la Direzione Lavori, a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori MTD inferiori a 0,40 una detrazione dell'1% per ogni decimo in meno. Valori MTD inferiori a 0,25 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione o l'applicazione di un trattamento superficiale di irruvidimento, concordato con la Direzione Lavori, a spese dell'Impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato o opere di ripristino a completa cura e spese dell'impresa aggiudicataria dell'appalto. La superficie di riferimento sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla misurazione precedente e la metà della distanza dalla misurazione successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili.

Art. 44 - TAPPETO DI USURA PIGMENTATO PER PAVIMENTAZIONI SPECIALI

Il tappeto di usura pigmentato a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, pigmenti e additivi.

Il tappeto di 1^a categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi di natura non carbonatica aventi elevata resistenza alla frammentazione ($LA \leq 23$) ed alla levigabilità ($PSV \geq 42$).

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

a) Aggregati:

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1. Soddisfatti i requisiti geometrici e fisici, saranno preferibili aggregati di colorazione tendente al rosso.

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 23	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100 %	C _{100/0}
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 1\%$	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1\%$	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 20	FI ₂₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	$\leq 2\%$	WA ₂₄₂
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥ 42	PSV ₄₂

Tabella A.1

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV ≤ 42 il trattenuto allo staccio 2 mm non deve superare il 20 %.

AGGREGATO FINE			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$\geq 70\%$	-
Quantità di frantumato		$\geq 50\%$	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	$\leq 5\%$	f ₅

Tabella A.2

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler compatto secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V _{38/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	Δ _{R&B} 8/16

Tabella A.3

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso.

Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevederà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

b) Legante:

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591.

La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.

TIPO DI BITUME			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[mm · 10 ⁻¹]	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 8	≤ -10
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	50 ÷ 200
Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8

Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella A.4

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

c) Additivi:

Nei tappeti di usura, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle A.1, A.6 e A.7).

In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare alla Direzione Lavori, un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

d) Pigmenti:

I pigmenti usati nella preparazione dei conglomerati bituminosi dovranno permettere una colorazione rossa del prodotto finale.

I pigmenti dovranno avere temperatura di fusione compresa tra gli 80 e 110 °C.

Il dosaggio dei pigmenti sarà compreso tra il 2 e il 6 % sul peso degli inerti in funzione della tonalità richiesta.

e) Miscele:

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate.

La miscela degli aggregati (escluso l'apporto del pigmento) da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.5.

La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Serie stacci ISO		STRATO D'USURA		
	mm	AC 12	AC 10	AC 8
Staccio	20.0	100	-	-
Staccio	14	-	100	-
Staccio	12.0	90-100	-	100
Staccio	10.0	-	90-100	-

Staccio	8.0	72-84	75-87	90-100
Staccio	6.3	-	-	75-88
Staccio	4.0	44-55	44-58	53-66
Staccio	2.0	26-36	26-36	30-43
Staccio	0.5	14-20	14-20	17-25
Staccio	0.25	10-15	10-15	11-17
Staccio	0.063	6-10	6-10	6-10
Contenuto di legante B (%)		4,7 – 5,6	4,8 – 5,7	4,9 – 5,8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\rho_d$, dove ρ_d , è la massa volumica media degli aggregati, in mg/mc, determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.				

Tabella A.5

La quantità di bitume di effettivo impiego (contenuto ottimo di bitume) deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo volumetrico tramite compattatore giratorio (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23). Quando non possibile, in alternativa, si potrà utilizzare il metodo Marshall (UNI EN 12697-30, UNI EN 12697-34).

Le miscele bituminose prodotte in laboratorio dovranno essere confezionate in accordo alla UNI EN 12697-35. Per ogni miscela bituminosa prodotta in laboratorio dovrà essere misurata la densità massima secondo la UNI EN 12697-5.

Secondo il metodo volumetrico (Tabella A.6), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N_3 .

La densità di ogni provino compattato a N_3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico).

Il rapporto tra densità geometrica del provino a N_3 giri e densità del provino paraffinato a N_3 giri sarà usato come fattore correttivo di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (densità corretta).

La densità corretta e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti V_m del provino durante il processo di compattazione.

La verifica della percentuale dei vuoti V_m calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N_1 (iniziale), N_2 (intermedio), N_3 (finale).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N_2 .

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati nella Tabella A.6.

CONDIZIONI DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione	[°]	UNI EN 12697-31	$1,25 \pm 0,02$
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con	[°C]	UNI EN 12697-35	150 ± 10

bitume 50/70)			
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	140 ± 10
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Vuoti V_m a 10 rotazioni (N_1)	[%]	UNI EN 12697-8	10 ÷ 14
Vuoti V_m a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
Vuoti nell'aggregato minerale VMA a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 13
Vuoti riempiti di bitume VFB a 100 rotazioni (N_2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
Vuoti V_m a 180 rotazioni (N_3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (ITS)	[N/mm ²]	UNI EN 12697-23	0.75 ÷ 1.35
Coef. di trazione indiretta ¹ a 25°C (CTI)	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua (ITSR)	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
¹ dove D è il diametro del provino e d_v è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella A.6

Nel caso in cui sia adottato il metodo Marshall, la miscela di progetto dovrà verificare i requisiti di Tabella A.7.

CONDIZIONE DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-30	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-30	140 ± 10
Energia di compattazione	[n° colpi/faccia]	UNI EN 12697-30	75
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura		Valori richiesti
Vuoti residui V_m	[%]	UNI EN 12697-8	4 ÷ 6
Stabilità Marshall	[kN]	UNI EN 12697-34	> 10
Rigidità Marshall	[kN/mm]	UNI EN 12697-34	3 ÷ 4,5
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	[%]	UNI EN 12697-34	≤ 25

Tabella A.7

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (granulometria di progetto, tipo di bitume, contenuto di bitume) e i parametri volumetrici e meccanici in riferimento ai requisiti della miscela ottima risultante dallo studio di progetto.

Il produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori un campione della miscela compattato in lastra 30 × 30 × 4 cm³ per apprezzarne il valore estetico.

f) Formazione, confezione e posa in opera della miscela:

Il conglomerato bituminoso 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 garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della 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 miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La produzione di conglomerato bituminoso pigmentato rosso dovrà essere eseguita senza alcuna modifica dell'impianto, della tecnica di lavorazione e delle macchine di posa in opera. Si suggerisce l'utilizzo del carbonato di calcio come filler d'apporto nel mix design e, per ottenere la massima resa del prodotto, sono consigliate temperature moderate di produzione ($\leq 150^{\circ}\text{C}$). Il pigmento sarà inserito nel mescolatore dopo che gli aggregati saranno ricoperti da bitume (circa 10 s dopo l'inserimento del bitume). L'effetto cromatico può variare in funzione del materiale e della metodologia di lavorazione: si consiglia di eseguire sempre una prova industriale prima della produzione.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da 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 miscelazione 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 miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori 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.

In cantiere, il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la 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 vibrofinitrici. Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica (C 60 B 4) per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa come sopra descritta. Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e la sua spruzzatura con emulsione bituminosa come sopra descritta.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai 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 bituminoso dall'impianto di confezionamento 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 la formazione di croste.

L'impianto di confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere collocato di norma ad una distanza minore di 70 km dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, non dovrà risultare inferiore a 140°C.

La stesa del conglomerato bituminoso 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 del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem da 8 tonnellate. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 tonnellate per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Si avrà inoltre cura 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.

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche.

Si definisce mano di attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia. Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Prima della stesa della mano di attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su uno strato di conglomerato bituminoso di nuova costruzione, il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m².

Nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente), l'impresa dovrà provvedere alla presigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di malta bituminosa sigillante o l'applicazione di emulsione bituminosa tamponata con sabbia (almeno un mese prima della realizzazione dello strato nuovo).

In tale caso (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m² di bitume residuo.

Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m² di bitume residuo.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9b.

EMULSIONE BITUMINOSA C 69 BP 4				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	[%]	31 ± 2	-
Contenuto bitume	UNI EN 1428	[%]	69 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	$70 \div 130$	4
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[dmm]	$50 \div 70$	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	> 65	-

Tabella A.9b: caratteristiche emulsione bituminosa per mano di attacco

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida in ragione di 0,30 kg/m² di bitume residuo.

Il conglomerato bituminoso verrà steso sul piano finito dello strato sottostante solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

g) Controlli:

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ciascun cantiere, la composizione e le caratteristiche meccaniche e volumetriche delle miscele che intende adottare; ciascuna deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Gli attestati di conformità CE dei componenti della miscela devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

La Tabella A.10 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare la qualità del conglomerato bituminoso utilizzato e dei suoi componenti.

Tabella A.10: controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso per lo strato di binder

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti o da altro laboratorio indicato dal Committente;
- uno deve restare a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5). Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N_3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella A.6) e tre provini a N_2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (Tabella A.6). In mancanza del compattatore giratorio, dovranno essere compattati tre provini con compattatore Marshall per la determinazione della percentuale dei vuoti (Tabella A.7) e tre provini per la determinazione della Stabilità e Rigidezza Marshall (Tabella A.7).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà le carote per la verifica degli spessori e dell'efficacia della compattazione in sito (percentuale di vuoti). Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso o carota.

Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

h) Penali:

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La curva granulometrica riscontrata dopo estrazione di conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto, dovrà rispettare le seguenti tolleranze.

Per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del ± 5 %; per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del ± 3 %; al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del $\pm 1,5$ %. Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per la percentuale di bitume, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$ % rispetto al valore dichiarato nello studio di progetto della miscela.

Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a $25 \cdot b^2$; dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5 %, la detrazione da applicare al prezzo del binder sarà pari a $25 \cdot (|4,5 - 5| - 0,25)^2$ ovvero 1,6 %.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo successivo (materiale sciolto) moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La detrazione per carenza di spessore sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori. La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore dello strato differisce (in diminuzione) rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7 %. Per esempio, se la differenza è del 10 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del $(10 - 7) \cdot 3 \cdot 100 = 9$ %.

Qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7 % non sarà applicata nessuna detrazione. Se invece la differenza raggiungerà il 25 %, la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso.

Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3.

Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a $2 \cdot s + s^2$; dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare al prezzo di aggiudicazione dei lavori sarà pari a $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$ ovvero del 15 %. Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4.

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per le caratteristiche dei materiali costituenti, le proprietà volumetriche e meccaniche della miscela compattata in laboratorio non conformi a quelle richieste, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

Art. 45 - MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY-SEAL" (MACRO-SEAL)

Il microtappeto tipo "slurry seals" è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

L'impiego di macroseal deve essere previsto al fine di ripristinare una condizione di aderenza accettabile su tappeti con CAT < 45 o in particolari tratti ad elevata pericolosità (curve con raggi di curvatura piccoli, tratti in forte pendenza e /o tratte ad elevata incidentalità).

Per una sufficiente durata del macroseal (per durata si intende un mantenimento della superficie continuo senza "chiazze" o zone di espiazione della graniglia soprattutto sulla battuta dei pneumatici) è necessario avere un supporto (a meno di effettuare una rasatura) sufficientemente sano, cioè privo di lesioni, ragnatele o sfondamenti.

La malta è formata da una miscela di inerti basaltici particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

a) Inerti:

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (Norma UNI EN 1097-2), minore del 18% e non superiore al 16% per la massima pezzatura; inoltre resistenza alla levigatezza PSV determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 44 (UNI EN 1097-8). L'indice di appiattimento (UNI EN 933-3) dovrà essere inferiore a 15%.

In caso di impiego di altri materiali (scorie, loppe, cromiti ecc) la Direzione Lavori si dovrà esprimere circa la fattibilità del lavoro.

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere alla prova Los Angeles, (Norma UNI EN 1097-2), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due dovrà essere maggiore od uguale all'80% (UNI EN 933-8).

b) Additivi:

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati 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): $\Delta R\&B > 5\%$

c) Miscele:

La miscela dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di:

setacci UNI-EN	passante totale in peso %
	spessore 6-7 mm
setaccio 8	100
setaccio 4	50-80
setaccio 2	30-55
setaccio 0.25	12-24
setaccio 0,125	8-18
setaccio 0,063	5-10

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D. L.

d) Malta bituminosa:

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione di bitume modificato al 60% a rottura controllata (C60BP5), modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione opportunamente formulata per l'impiego.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà impiegare bitume di tipo 50/70 o 70/100. L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla Direzione Lavori.

I requisiti richiesti dal bitume elastomerizzato (residuo della distillazione) dovranno essere i seguenti:

- Penetrazione a 25°C	dmm	50-100	UNI EN 1426
- Punto di rammollimento	°C	> 60	UNI EN 1427
- Punto di rottura Fraass	°C	< -15	UNI EN 12593
- Ritorno elastico	%	> 50	UNI EN 13398

Dovranno essere impiegati additivi (es. dopes) complessi ed anche, se necessario cemento, per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

e) Composizione e dosaggi della miscela:

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

- Spessore minimo mm. 6

- Dosaggio della malta	kg/mq.	8-20
- Dimensione max inerti	mm.	8
- Contenuto di bitume elastomerizzato residuo, in peso sugli inerti	%	6,0-9,0

f) *Acqua:*

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

g) *Confezionamento e posa in opera:*

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- serbatoio dell'emulsione bituminosa;
- tramoggia degli aggregati lapidei;
- tramoggia del filler;
- dosatore degli aggregati lapidei;
- nastro trasportatore;
- spruzzatore dell'emulsione bituminosa;
- spruzzatore dell'acqua;
- mescolatore;
- stenditore a carter.

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore;
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo;
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità;
- aggiunta dell'emulsione bituminosa;
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto;
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter;
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici, tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi, a giudizio della Direzione Lavori, dovrà procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione dello "Slurry-seal" a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 kg di sabbia per 1 m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa lo "Slurry-seal" dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante. Deve inoltre presentare sufficiente macrotestitura da verificare ogni 100 m di stesa (HS > 0,50; BPN > 60).

Le misure di HS in continuo devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico. Qualora il valore medio di BPN, e di HS, per ciascuna tratta omogenea valori prescritti, il trattamento superficiale viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0,40 e 0,30 mm, l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del microtappeto a freddo e al rifacimento dello stesso.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento.

La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa. L'apertura al traffico deve avvenire in modo graduale (tenendo bassa la velocità dei veicoli alla prima apertura) e dopo un tempo sufficiente per la completa rottura dell'emulsione.

Per la lavorazione la temperatura minima dell'aria è di 15°C ed è assolutamente vietata in caso di pioggia o di supporto bagnato o umido.

La produzione o la posa in opera dello "Slurry-seal" dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C ed in caso di pioggia.

Art. 46 - TRATTAMENTO SUPERFICIALE BITUMINOSO A FREDDO

Il trattamento superficiale bituminoso a freddo viene eseguito mediante impregnazione con emulsione di sabbia e calce in unica fase, consistente in:

- stesa, previa pulizia, del piano da trattare con una mano di emulsione bituminosa acida al 60% di bitume puro in ragione di 2,00 Kg/mq. (emulsione a rottura rapida) per impermeabilizzazione sede stradale, contemporaneo spargimento di calce e/o sabbia della pezzatura da mm 0 a 4, proveniente dalla frantumazione meccanica di roccia dura, con percentuale di filler dal 10% al 15%, stesa a saturare le fessure presenti sulla pavimentazione con dosaggio in ragione di 1,00 Kg/mq. circa;

- rimozione della sabbia in eccesso con mezzo meccanico dotato di spazzolone fino ad avere una superficie pulita (eseguita dopo diverse ore a seconda della emulsione e sabbia usati);
- chiusura di buche con conglomerato bituminoso tipo tappetino 0/6 o 0/8 a mano o con mezzo meccanico facendo attenzione a non rimuovere lo strato superficiale precedentemente trattato;

Il trattamento è di norma eseguito su superfici stradali che presentano fessurazioni e "pelle di coccodrillo", che pertanto soggette a notevoli infiltrazioni d'acqua.

L'esecuzione dei lavori inizia con la perfetta pulitura della superficie da trattare, e con la profilatura dei bordi strada a favorire il regolare deflusso delle acque meteoriche.

Di seguito si procede con autobotte a spargere emulsione bituminosa cationica al 60%, per circa 2 Kg/mq., a rottura rapida, e sabbia o calce per la sigillatura delle fessurazioni. La stesa di sabbia e/o calce deve essere eseguita a mano o con adeguato mezzo tipo spandigraniglia.

Dopo che l'emulsione bituminosa ha perso per evaporazione l'acqua (rottura) si procede all'eventuale rimozione dell'inerte in eccesso, alla chiusura delle buche a mano con conglomerato bituminoso tipo tappetino 0/6 o 0/8 per permettere il livellamento ottimale della strada.

Di seguito, previa stesa di mano d'attacco, si comincia la stesa del conglomerato bituminoso, nelle modalità e quantità previste in sede di progetto.

Art. 47 - DEPOLVERIZZAZIONE DI STRADE STERRATE

Il trattamento superficiale tramite depolverizzazione consiste nella costruzione in sito di una pavimentazione composta da emulsione bituminosa di bitume tradizionale o modificato con polimeri SBS e da graniglie aventi pezzature omogenee e compenetranti, applicati a strati successivi da macchine automatiche in grado di porre in opera l'emulsione bituminosa ed immediatamente a seguire l'inerte nelle quantità di progetto su percorsi variabili in larghezza, pendenza e direzione.

La depolverizzazione consente di ottenere una pavimentazione resistente alle sollecitazioni meccaniche ed atmosferiche, impermeabile e di colore ed aspetto naturale non alterando i valori paesaggistici esistenti (colore prevalente degli inerti) ed in grado di garantire una buona aderenza in funzione delle caratteristiche degli aggregati selezionati.

La depolverizzazione deve essere realizzata su uno strato di fondazione opportunamente costruito (con misto granulare stabilizzato o terra stabilizzata a calce e/o cemento o misto cementato) ed impregnato di emulsione bituminosa, o su strati legati a bitume (strato di base, strato di collegamento, conglomerato riciclato a freddo ecc.) e può sostituire lo strato di usura quando, per particolari condizioni ambientali e di traffico, ciò venga richiesto.

I materiali impiegati devono essere qualificati in conformità al regolamento (UE) 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità alla rispettiva norma europea armonizzata, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

L'Impresa aggiudicataria dell'appalto, prima della firma del contratto, è tenuta a presentare la documentazione attestante la conformità dei materiali che intende impiegare rispetto ai requisiti di Capitolato.

Tale documentazione sarà valutata dalla Direzione Lavori che si riserva, entro 5 giorni lavorativi, di accettare i materiali o, nel caso di non conformità ai requisiti di Capitolato, di richiedere eventuali modifiche.

a) Piano di posa:

Il piano di posa deve rispondere ai requisiti di quota e sagoma indicati in progetto.

Per rinforzare la struttura della strada sono particolarmente indicate le operazioni di stabilizzazione a calce e/o cemento o il misto cementato, prodotto anche con materiali di recupero, che possono così sostituire la fondazione in misto granulare stabilizzato.

Prima di realizzare una depolverizzazione occorre risagomare la sede stradale con il misto granulare stabilizzato 0/20 o 0/30 di categoria G_A80 o G_A85, opportunamente steso e compattato e predisporre il corretto lo scolo delle acque.

La livellazione con motorgrader deve portare lo strato di posa alla quota di progetto e ripristinare le pendenze della carreggiata.

Nel caso di spiccata macrotestitura, può seguire uno strato di 10/18 G_c 90/15 con dosaggio di 5 ÷ 6 l/m² allo scopo di regolarizzare la superficie.

La fondazione deve essere inumidita e rullata con rullo gommato con peso di almeno 10 t.

b) Equipaggiamento:

Per la realizzazione della depolverizzazione sono richiesti appositi mezzi combinati in grado di effettuare simultaneamente e con massima precisione la stesa dell'emulsione bituminosa e della graniglia favorendo una distribuzione omogenea dei componenti.

Lo spargimento automatizzato della graniglia immediatamente dopo lo spruzzamento del legante ne facilita l'ammorsamento e deve evitare qualsiasi difetto dovuto a scarso controllo dei dosaggi e omogeneità.

La fase di rullatura per orientare gli aggregati sulla dimensione minima, immergerli nel legante e incastrarli tra loro deve essere completata da cinque passate di rullo gommato di almeno 10 t. che opera a circa 3 km/ora per le prime tre passate e circa 8 km/ora per le ultime due passate.

Le gomme non vanno portate a massimo gonfiaggio per assicurare una totale ricopertura delle passate.

La rullatura deve essere eseguita su ogni strato.

Dopo una settimana di traffico, potrà essere valutata la necessità dell'impiego di una motospazzola con aspiratore e setole plastiche per rimuovere l'eventuale eccesso di aggregati senza dislocare quelli ben ammorsati a mosaico nel legante.

c) Aggregati:

Lo strato di posa deve avere proprietà portanti adeguate al volume e tipo di traffico che interessa la tratta e deve essere risagomato per ridefinire le pendenze e ripristinare la regolarità superficiale.

Per la risagomatura è possibile utilizzare un misto granulare stabilizzato (aggregato in frazione unica) 0/20 o 0/30 di categoria GA80 o GA85 in funzione delle eventuali depressioni da correggere. Le caratteristiche del misto granulare di risagomatura sono riportate nella seguente tabella:

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 25	FI ₂₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 25	SI ₂₅
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂

Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 50	SE ₅₀
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-

Eventuali lievi non conformità dovute alla difficoltà di reperibilità di aggregati con tali caratteristiche nel territorio, possono essere comunque accettate, a discrezione della Direzione Lavori, a patto che sia sempre e inequivocabilmente garantita la prestazione dell'opera.

In alternativa alla fondazione in misto granulare stabilizzato può essere prevista la stabilizzazione in sito a calce e/o cemento o il misto cementato, anche con inerti di recupero, con dosaggi e procedure da stabilire secondo uno specifico studio.

Gli aggregati grossi ($D > 2 \text{ mm}$; $d \geq 1 \text{ mm}$) per la depolverizzazione devono provenire dalla frantumazione di cava o roccia e dovranno essere di forma poliedrica, puliti ed esenti da ogni traccia di argilla e materiale contaminante in genere rispondenti alle seguenti prescrizioni:

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione*	UNI EN 1097-2	[%]	≤ 25	LA ₂₅
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	100	C _{100/0}
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	≤ 1	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	≤ 1	F ₁
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	≤ 20	FI ₂₀
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	[%]	≤ 20	SI ₂₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	≤ 2	WA ₂₄₂
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	≥ 70	SE ₇₀
Resistenza alla levigazione*	UNI EN 1097-8	-	≥ 45	PSV ₄₅

* La classe LA₂₀ e la resistenza alla levigazione PSV₄₅ o PSV₅₀ (UNI EN 1097-8) potranno essere richieste a discrezione della Direzione Lavori per soddisfare requisiti più elevati di resistenza alla frammentazione e al derapaggio

Le classi e i dosaggi di aggregato grosso da impiegare sono di seguito riportate. Potranno essere valutate altre pezzature o categorie in funzione della reperibilità sul territorio nel rispetto delle proporzioni e qualità.

Strato	Designazione	Categoria	Contenuto di fine [%]	Dosaggio [l/m ²]
Primo	8/12	G _c 90/15	≤ 2	9 ÷ 10*
Secondo	8/12	G _c 90/15	≤ 2	9 ÷ 10
Terzo	4/8	G _c 90/15	≤ 2	6 ÷ 7

* Potrà essere richiesta la pezzatura 10/18 e il dosaggio potrà essere incrementato nel caso sia necessario regolarizzare la spiccata megatessitura del piano di posa (fondazione)

Occorre precisare che il dosaggio da norma tecnica è orientativo e va aggiustato sul campo in funzione della non uniformità della tessitura della strada.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità alla rispettiva norma europea armonizzata UNI EN 13043, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

d) Emulsione bituminosa:

Il legante per l'impregnazione della fondazione sottostante sarà costituito da emulsione cationica di bitume distillato (designazione secondo UNI EN 13808) nel rispetto dei seguenti requisiti:

Emulsione bituminosa per impregnazione				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	55 ± 2	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 220	5
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 35	8

Il legante per la depolverizzazione può essere costituito da emulsione di bitume tradizionale o, per maggiori prestazioni, da emulsione di bitume modificato con polimeri SBS:

Emulsione bituminosa per depolverizzazione				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	65 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Adesione	UNI EN 13614	[%]	≥ 90	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 43	6

Emulsione di bitume modificato per depolverizzazione				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	65 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Adesione	UNI EN 13614	[%]	≥ 90	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 155	3
Bitume residuo				
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[0,1 × mm]	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	≥ 60	2
Coesione	UNI EN 13588	[J/cm²]	≥ 1,4	2
Ritorno elastico	UNI EN 13398	[%]	≥ 75	4

Il tipo e il dosaggio dei leganti da utilizzare sono:

Strato	Designazione	Dosaggio di emulsione [kg/m²]	Dosaggio di bitume residuo [kg/m²]
--------	--------------	-------------------------------	------------------------------------

Impregnazione della fondazione	C55B3	3,0	1,65
Prima mano	C65B3 o C65BP3	1,5	0,98
Seconda mano	C65B3 o C65BP3	1,5	0,98
* nel caso di utilizzo di emulsione diversamente diluite deve essere rispettato il relativo dosaggio di bitume residuo			

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dal documento di trasporto e dalla etichetta CE, attestante la conformità norma europea armonizzata UNI EN 13808, da consegnare al momento della consegna in cantiere.

È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che non varino gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo prescritto.

e) Esecuzione dei lavori:

Per una corretta esecuzione della depolverizzazione le fasi da svolgere sono:

- riprofilatura e compattazione del piano di posa con bagnatura del piano da trattare;
- impregnazione dello strato di supporto (fondazione o risagomatura) con emulsione bituminosa a lenta rottura in ragione di 3,0 kg/m² e simultanea stesa di graniglia 8/12 mm. in ragione di 10 l/m² (circa 15 kg/m²);
- rullatura con rullo gommato con peso superiore a 10 t;
- spruzzatura della prima mano di emulsione bituminosa in ragione di 1,5 kg/m² e simultanea stesa di graniglia 8/12 mm. in ragione di 10 l/m² (circa 15 kg/m²);
- rullatura con rullo gommato con peso superiore a 10 t;
- spruzzatura della seconda mano di emulsione bituminosa in ragione di 1,5 kg/m² e simultanea stesa di graniglia 4/8 mm. in ragione di 5 l/m² (circa 7 kg/m²);
- rullatura con rullo gommato con peso superiore a 10 t;
- apertura al traffico a velocità ridotta di 30 km/ora per 24 ore.

Art. 48 - GEOCOMPOSITO

I geocompositi prevedono un accoppiamento di un tessuto e una geogriglia e offrono i benefici di entrambi questi prodotti.

Il tessuto, assorbendo e trattenendo il bitume, permette una adeguata impermeabilizzazione e adesione del composito alla superficie stradale, mentre la geogriglia conferisce alta resistenza e rigidità ritardando e impedendo il progredire dello stato fessurativo.

La combinazione delle funzioni svolte da questi materiali li rendono particolarmente indicati per lavori di manutenzione stradale, quando viene fresata sola una parte del vecchio pacchetto bituminoso o quando occorre rinforzare i giunti di ancoraggio longitudinali o di sezioni ristrette o tra vecchia pavimentazione e strato di ricopertura.

Il geocomposito per il rinforzo, l'impermeabilizzazione ed il ripristino di pavimentazioni stradali deve essere costituito da un pacchetto bituminoso, accoppiato ad un velo di vetro di supporto, nel quale è integrata una griglia a base di fibra di vetro.

Il pacchetto bituminoso deve essere costituito da una miscela di bitume distillato modificato con elastomeri termoplastici SBS, resine idrocarboniche, compatibilizzanti sintetici e filler inerti stabilizzanti.

La griglia a base di fibra di vetro deve formare una armatura imputrescibile a maglie quadrate di dimensioni 12,5 mm x 12,5 mm.

Il geocomposito nel suo complesso deve essere un sistema solidale, autoadesivo, impermeabile, termicamente stabile, dotato di una ottima resistenza meccanica, elasticità e flessibilità anche alle basse temperature.

Il geocomposito deve essere fornito in rotoli (lunghezza 10 m, larghezza 1 m, a discrezione della direzione lavori potranno essere accettate o meno altre dimensioni) e consentire un'agevole e veloce posa in opera, facilmente maneggevole e con proprietà autoadesive. La parte autoadesiva inferiore deve essere protetta da un film siliconato da asportare durante la posa, mentre la faccia superiore deve essere trattata con inerte antiaderente o con un leggero tessuto non tessuto sintetico o con un film polimerico per consentire il transito dei mezzi da cantiere. Questi elementi poi devono essere assorbiti dal pacchetto bituminoso con il calore di posa del conglomerato bituminoso dello strato di ricopertura.

Il geocomposito deve essere facilmente fresabile, riciclabile e non è un rifiuto pericoloso.

Per la perfetta adesione di due strisciate affiancate deve essere prevista una fascia di sormonto adesiva protetta con film siliconato da asportare.

Il geocomposito deve presentare le caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 1.

Caratteristiche tecniche	Norma di riferimento	Unità di misura	Valori nominali
Difetti visibili	UNI EN 1850-1	-	supera
Spessore	UNI EN 1849-1	mm	2,5
Impermeabilità all'acqua (metodo B)	UNI EN 1928	kPa	60 - supera
Resistenza a trazione longitudinale / trasversale (carico massimo)	UNI EN 12311-1	kN/m	40 / 40
Allungamento a rottura longitudinale / trasversale	UNI EN 12311-1	%	4 / 4
Resistenza al punzonamento statico - B	UNI EN 12730	kg	-
Flessibilità a freddo	UNI EN 1109	°C	- 25
Flessibilità a freddo dopo invecchiamento	UNI EN 1296 / UNI EN 1109	°C	- 15
Stabilità di forma a caldo	UNI EN 1110	°C	80
Stabilità di forma a caldo dopo invecchiamento termico	UNI EN 1296 / UNI EN 1110	°C	70

Tabella1. Caratteristiche tecniche del geocomposito

Il geocomposito deve essere steso su uno strato di conglomerato bituminoso (nuovo, vecchio o fresato).

Per conglomerato bituminoso nuovo si intende uno strato di base, binder o di risagomatura.

Prima dell'applicazione del geocomposito è raccomandata la mano d'attacco con emulsione bituminosa solo nel caso in cui il piano di posa è una superficie fresata o un vecchio conglomerato bituminoso molto abraso con dosaggio variabile tra 0,3 e 0,45 kg/m² di bitume residuo a seconda delle asperità del piano di posa.

Dopo l'applicazione del geocomposito verrà steso il nuovo conglomerato bituminoso, uno o più strati, con spessore minimo di 5 cm in zone soggette a forti sforzi di taglio e negli altri casi spessore minimo di 4 cm.

Art. 49 - CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Ai bordi tra carreggiata di transito e l'eventuale banchina centrale spartitraffico verranno costruite delle cordonate in elementi prefabbricati in calcestruzzo:

- gli elementi avranno sezione indicata dalla Direzione Lavori;

- gli elementi saranno di norma lunghi cm. 100 salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori. I due bordi superiori saranno arrotondati con raggio di 1 cm.

Il calcestruzzo sarà dosato a 3,5 q.li di cemento tipo 325 per mc. di calcestruzzo finito, con la osservanza, nella sua confezione, delle norme di cui all'articolo del presente Capitolato. L'assortimento degli inerti varierà con curva regolare da mm. 20 a 0.

La resistenza minima a flessione a 28 giorni dovrà risultare non inferiore ai Kg. 40/cm².

Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo dosato a 2 q.li di cemento tipo 325 per mc. di calcestruzzo finito. I cordoli verranno rinfiacati per tutta la loro lunghezza, sul fianco rivolto verso l'interno della banchina spartitraffico con il calcestruzzo di allettamento, ed il rinfianco giungerà, con scarpa a 45°, sino a 9 cm. dal bordo superiore della cordonata.

Il vano risultante dal taglio della pavimentazione e compreso tra la pavimentazione stessa ed il cordolo, verrà intasato con conglomerato bituminoso o pietrischetto bitumato di miscela prescritta dalla Direzione Lavori, fortemente costipato con pestello, e tale da garantire l'assoluta continuità fra pavimentazione e cordonata.

Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm. 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg. di cemento tipo 325 per mc. di sabbia.

In corrispondenza degli scambi di carreggiata le cordonate a cuspidi di delimitazione della zona di transito, verranno realizzate di getto secondo i disegni e le prescrizioni che verranno fornite dalla Direzione Lavori.

Art. 50 - SISTEMAZIONE CON TERRENO DELLE AIUOLE SPARTITRAFFICO

Le aiuole spartitraffico contenute fra i cordoli di delimitazione di carreggiata, verranno sistemate con una coltre vegetativa, ottenuta con terreno avente caratteristiche fisiche e chimiche tali da garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di prato stabile.

Il terreno sarà sagomato secondo i disegni, e potrà provenire dallo scavo di scoticamento ovvero, in difetto di questo, da idonea cava di prestito.

Art. 51 - PIETrame E CIOTTOLAME PER DRENAGGI IN OPERA

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame e ciottoli da collocarsi in opera su terreni ben costipati al fine di evitare cedimenti.

Il materiale sarà posto a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare futuri assestamenti. Si dovrà impiegare, per gli strati inferiori il materiale di maggiori dimensioni e per l'ultimo strato superiore materiale più fino (ghiaia o pietrisco) per impedire alla terra sovrastante di penetrare o scendere otturando così gli interstizi fra le pietre.

Qualora il drenaggio dovesse essere coperto con terra, questa dovrà essere convenientemente pigiata sull'ultimo strato di pietrisco o ghiaia così da creare uno spessore di maggiore impermeabilità.

Art. 52 - MALTE E CONGLOMERATI

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni, salvo diversa indicazione stabilita nell'elenco prezzi di progetto:

- | | |
|--|------------------------|
| a) malta comune: Calce spenta in pasta mc. 0,25 : 0,40 | Sabbia mc. 0,85 : 1,00 |
| b) malta cementizia per murature: Cemento tipo Portland q.li 3 | Sabbia mc. 1,00 |
| c) malta cementizia per intonaci: Cemento tipo Portland q.li 1,5 | Sabbia mc. 1,00 |
| Calce spenta in pasta mc. 0,25 | |
| d) calcestruzzo comune: Cemento tipo Portland q.li 3,0 | Sabbia q.li 0,400 |

Pietrisco o ghiaia q.li 0,800

- e) conglomerato cementizio con cemento tipo Portland, per c.a.: Cemento a lenta presa, tipo 425 q.li
3,0 Sabbia mc. 0,400 Pietrisco o ghiaia mc. 0,800
- f) conglomerato cementizio con cemento ad alta resistenza per cemento armato: Cemento tipo 425 q.li
3,5 Sabbia mc. 0,400 Pietrisco o pietrischetto mc. 0,800.

Art. 53 - PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o dierite o arenaria o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione Lavori, e posti in opera come specificato in seguito.

a) Materiali:

La Direzione Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige.

Qualora vengano espressamente autorizzate l'utilizzo di materiale diverso, i cubetti dovranno possedere gli stessi requisiti di quelli di cui sopra.

La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà essere adeguata al tipo di strada e traffico e concordata con la Direzione Lavori.

Il cemento, miscelato a secco con la sabbia per il letto di posa dei cubetti, ed anche per la boiacca di chiusura alla pavimentazione in cubetti, dovrà essere di normale resistenza 325.

La segatura proverrà preferibilmente da legni quali il Pino o il Larice in ogni caso non da legni esotici.

b) Posa in opera:

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia premiscelata a secco con cemento (q.li 3 a mc. di sabbia) dello spessore sciolto minimo di cm. 6, massimo di cm. 10.

I cubetti potranno essere posati ad "arco contrastante", a "ventaglio", a "cerchio", a "coda di pavone", a "spina di pesce in diagonale" o a "filari diritti", come indicato dalla Direzione Lavori.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia; per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare.

I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima da 1 a 2 cm a seconda del tipo. Verrà quindi disposto uno strato di sabbia e cemento sufficiente a colmare le fughe dopo di che si provvederà alla bagnatura e alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato così che i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto o stabilite dalla Direzione dei Lavori, non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm. rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1,5 %.

c) Sigillatura dei giunti:

A completamento della pavimentazione in cubetti di pietra si procede alla sigillatura dei giunti, da eseguire con boiaccia cementizia preparata con una miscela di parti uguali di sabbia fine, cemento e acqua che si dovrà stendere sul pavimento preventivamente inumidito, in modo da penetrare completamente in ogni giuntura.

Si dovrà lasciare riposare tale boiaccia fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pressione, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione.

Infine si procederà alla completa ed accurata pulizia del pavimento con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta. E' essenziale che la sigillatura avvenga in tempi brevi, subito dopo la posa dei cubetti, possibilmente ancora in giornata.

Art. 54 - SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE ALLA CONFORMITÀ DELLA SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 n. 610.

Con la contabilità finale l'Appaltatore dovrà consegnare, ai sensi della circolare ministeriale LL.PP. 16/05/1996:

- 1) una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale, sotto la propria responsabilità, indicherà i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti utilizzati per la fornitura;
- 2) copia dei certificati, redatti secondo quanto prescritto dalla normativa vigente, attestanti la conformità delle pellicole retroriflettenti ai requisiti del disciplinare tecnico approvato con D.M. del 31/03/1995;
- 3) copia delle certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000 sulla base delle norme europee della serie UNI EN 29000, al produttore dei supporti in composito di resine e delle pellicole retroriflettenti utilizzate per la fornitura secondo quanto dichiarato al punto 1.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate a cura dei produttori dei supporti e delle pellicole stesse con gli estremi della ditta richiedente, nonché della data del rilascio della copia non antecedente alla data della convenzione e da un numero di individuazione.

- a. copia del certificato di qualità UNI EN ISO 29000 del costruttore di segnaletica;
 - b. certificato di conformità al piano della qualità di prodotto circ. min. LL.PP. n° 3652 del 17/06/98 rilasciato al costruttore di segnaletica;
- 4) in alternativa ai punti 1-2-3 potrà essere presentato in copia autentica anche il solo certificato di autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che ne garantisce la conformità alla norma europea UNI EN 12899-1:2008 e ne autorizza la sua produzione.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti o la non rispondenza degli stessi alle norme vigenti e/o a quelle particolari contenute nella presente nota comporterà l'impossibilità da parte dell'Ente Appaltante della presa in consegna delle opere realizzate;

- 5) dichiarazione di conformità delle segnalazioni orizzontali alla norma europea UNI 1436/2004; in mancanza di detta dichiarazione di conformità non sarà possibile la presa in consegna delle opere da parte dell'Ente Appaltante.

Caratteristiche Tecniche del Colato Plastico a freddo bicomponente a base di resine metacriliche esenti da solventi:

Coefficiente di luminanza retroriflessa	≥ 100 mm. cd/lux
Misura della resistenza di attrito radente con il pendolo portatile Skid Resistent Tester	> 45
Punto di infiammabilità del prodotto applicato	> di 250°C
Resistenza alle escursioni termiche	da – 20°C a +80°C
Residuo secco del prodotto indurito rispetto al prodotto allo stato liquido	≥ 98%
Tempo di indurimento a 20°C	15 minuti
Contenuto in biossido di titanio	≥ 10%
Peso specifico	≤ Kg 1,650/lt

Documentazione Tecnica richiesta relativa al Colato plastico a freddo bicomponente a base di resine metacriliche esenti da solventi che l'Appaltatore dovrà consegnare con la contabilità finale:

- Certificati di analisi, rilasciati da laboratori ufficiali, riportanti:

- Contenuto di biossido di titanio;
- Peso specifico;
- Residuo secco del prodotto indurito rispetto al prodotto allo stato liquido

POZZETTI CADITOIE CHIUSINI

TUBAZIONE E MANUFATTI IN CLS PER SCOLO ACQUE METEORICHE E CONSORTILI

55. Chiusini in Ghisa sferoidale

Dispositivo di chiusura articolato in ghisa a grafite sferoidale , secondo ISO 1083 (grado 500/7) e EN 1563, conforme alla classe D400 della norma EN 124 : 1994. Coperchio articolato, estraibile in posizione verticale ed autocentrante nel proprio telaio tramite 5 guide. Telaio ottagonale inscritto in un cerchio di diametro 850 mm o quadrato di lato 850 mm, di altezza 100 mm ed apertura libera circolare di diametro 600 mm, munito di una guarnizione elastica antirumore ed antivibrazioni in polietilene, equipaggiato di 4 fori per il bloccaggio sul pozzetto, se necessario. Superficie antisdrucciolo e rivestimento con vernice idrosolubile nera non tossica e non inquinante.

56. Chiusini in Ghisa sferoidale a tenuta stagna

Chiusino in ghisa a grafite sferoidale tipo GBRE V3, secondo ISO 1083 (grado 500-7) e EN 1563, conforme classe D400 della norma EN 124:1994, forza di controllo: 200 kN, Coperchio circolare di ingombro Ø 650 mm, avvitato sul telaio con tre viti inox, telaio circolare di ingombro Ø 850 mm, altezza 102 mm ed apertura libera Ø 600 mm, munito di una guarnizione elastica, antirumore, antivibrazioni e di tenuta, in policloroprene tubolare Ø 12 mm. Il telaio dovrà essere provvisto di 4 fori per il fissaggio sul pozzetto. Incluso rivestimento in vernice idrosolubile nera non tossica e non inquinante. La tenuta stagna dovrà essere garantita sino alla pressione di 1 bar

57. Caditoie in Ghisa sferoidale

Griglie per caditoie, tipo SQUADRA o analoghe, previo accettazione della D.L., in ghisa sferoidale a norma UNI EN 124 classe C250; complete di telaio con dispositivo di blocco automatico della griglia, rivestimento con vernice bituminosa. In opera compreso il perfetto posizionamento alla quota del piano stradale provvisorio e finito. Ogni altro onere e provvista accessoria inclusi. Valutazione a n..

Tutti i manufatti sopracitati dovranno possedere la marcatura CE.

58. Posa in opera (relativa a punti 44-46)

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impieghiabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino "a contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate oppure in muratura, in conformità dei tipi adottati.

L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di 0,50 m circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di 0,40 m e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Per quanto espressamente non contemplato si rinvia alla seguente normativa tecnica: [AASHTO M 36 e M 167](#).

TUBAZIONE E MANUFATTI IN CLS PER SCOLO ACQUE METEORICHE

59. Tubi in cls per scolo acque meteoriche

TUBI CIRCOLARI IN CALCESTRUZZO ARMATO TURBOCENTRIFUGATO, in elementi della lunghezza utile di ml 360, con giunto a bicchiere, confezionati con calcestruzzo Rck 50 N/mm² (C40/50), armati con gabbia elettrosaldata costituita da spirale continua in acciaio B450A e da barre longitudinali, calcolati per carichi di 1° categoria secondo D.M. 14.01.08, conformi alle Norme DIN 4035 - UNI EN 1916:04 (CE), compresa guarnizione in gomma elastomerica compatta tipo TOK - RING GS a cuspidi posizionata nell'apposita sede, conforme alle Norme UNI EN 681/1.

A posa avvenuta si dovrà procedere alla stuccatura delle giunzioni internamente ed esternamente al tubo con malta cementizia elastica, posti in opera con letto in materiale granulare secco tipo pietrisco 10/25 mm dello spessore di 10 cm, e rinterrati con materiale inerte fine e sciolto proveniente dagli scavi.

L'Impresa sarà tenuta a realizzare a proprie spese il collaudo della tubazione secondo quanto stabilito dalle norme DIN 4033 o EN 1610, e a fornire tutti i calcoli di verifica, firmati da un professionista abilitato.

I tubi dovranno essere marcati con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione, dovranno altresì riportare la marchiatura CE e la dichiarazione della resistenza ai carichi di prima categoria.

Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate nelle varie fasi del processo produttivo da azienda operante in conformità alla norma UNI EN 1916:2004 con Sistema di attestazione della conformità di tipo 4 e munite di Dichiarazione di conformità che autorizza il fabbricante ad apporre la marcatura CE. La stessa dovrà figurare sui documenti commerciali di accompagnamento (bolla di consegna) della merce.

Se richieste e su giudizio insindacabile della Direzione Lavori l'impresa dovrà sottoporre a prova di schiacciamento e di impermeabilità dei tubi a campione, presso lo stabilimento di produzione secondo le modalità stabilite dalle norme DIN 4032 e dal D.M. 12.12.85, presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione del condotto, rilasciate da un Istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

L'appaltatore dovrà garantire l'opera a tenuta stagna mediante prove in sito indicate dalla D.L. a cura e spese a carico dell'appaltatore.

60. Pozzetti in cls prefabbricati

Manufatti in cemento armato con doppia rete elettrosaldata, spessore minimo delle pareti 14 cm, costruiti in opera, prefabbricati o di fabbricazione mista, con eventualmente innesti tipo Phlomag ovvero innesti maschio-femmina, prolunghe passo d'uomo e piastra di chiusura adatta a traffico stradale pesante ed eventuali adattamenti e riduzioni anche da realizzarsi in opera per la posa del chiusino.

I pozzetti e le prolunghe dovranno essere marcati con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione, dovranno essere prodotti con cemento del tipo 425 Portland o (vedi voce capitolato cementi), con classe di resistenza caratteristica $R_{ck} > 45$ MPa (vedi cemento impiegato), con inerti perfettamente lavati di granulometria assortita di almeno 3 granulometrie, rispettando il fuso granulometrico di Fuller, in conformità a quanto prescritto dalla UNI 7163-72. Le pareti dell'elemento base dovranno avere uno spessore costante non inferiore di cm 14 con impronte sui quattro lati del manufatto (impronte laterali a mezzo spessore in grado di ricevere rispettivamente il maschio e la femmina dei tubi in calcestruzzo con incastro a bicchiere).

61. Pozzetti in cls prefabbricati incorporato sul tubo

POZZETTO DI ISPEZIONE in calcestruzzo armato R_{ck} 40 N/mm² (C32/40), costituito da un elemento incorporato sul tubo, di dimensioni interne di previsti da grafici esecutivi, incluso l'inserimento di piastra di copertura in c.a. carrabile $H=20$ cm fissata con n.8 barre filettate $\varnothing 16$ mm, dado e controdado saldato con zanche ed annegati preventivamente nel getto del pozzettone, il tutto in acciaio inox. Incluso l'inserimento di idonee guarnizioni di tenuta tra la plotta ed il pozzettone. Tutti i prefabbricati in cls dovranno essere armati con acciaio B450C per sopportare i carichi esterni di 1° categoria. Inclusa la stuccatura di tutte le giunzioni con malta cementizia elastica.

Il manufatto dovrà essere adeguatamente appoggiato su fondo in magrone e rinfiato con cls. L'appaltatore dovrà garantire l'opera a tenuta stagna mediante prove in sito indicate dalla D.L. a cura e spese a carico dell'appaltatore.

62. Pozzetti in cls prefabbricati o in opera a tenuta stagna

Dovranno essere realizzati utilizzando elementi prefabbricati o in opera di dimensioni, spessore minimo 14 cm completo di giunzioni a perfetta tenuta idraulica con la canaletta fuori terra esistente, idovrà essere posizionata idonea guarnizione a tenuta idraulica a giunzione dei vari elementi con successiva posa malta cementizia elastica.

L'appaltatore dovrà garantire l'opera a tenuta stagna mediante prove in sito indicate dalla D.L. a cura e spese a carico dell'appaltatore.

63. Posa in opera (relativa a punti 48-51)

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino "a contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate oppure in muratura, in conformità dei tipi adottati.

L'installazione dei tubi di drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di 0,50 m circa. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di 0,40 m e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti.

Per quanto espressamente non contemplato si rinvia alla seguente normativa tecnica: [AASHTO M 36 e M 167](#).

64. CONDOTTE DI PVC (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

Norme da osservare

Per la movimentazione e la posa dei tubi in PVC (cloruro di polivinile) saranno scrupolosamente osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

Movimentazione

Tutte le operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature (perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi).

Trasporto

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Carico e scarico

Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Accatastamento e deposito

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice).

I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25 °C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Raccordi e accessori

I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

Posa in opera e rinterro

Letto di posa

Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza.

Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente - quale sabbia o terra sciolta e vagliata - che non contenga pietruzze; il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco di pezzatura 10 - 15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Posa della tubazione

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alto del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

Pozzetti, giunzioni, prova e collaudo delle condotte in PVC per fognatura

1) Pozzetti

Per i pozzetti di una rete fognaria con tubazione in PVC (che devono essere stagni) le installazioni più frequenti sono le seguenti.

- Pozzetto di linee per ispezione e lavaggio con derivazione a 45°, la cui entrata deve essere chiusa con tappo a vite o con un normale tappo per tubi bloccato con una staffa.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda. Se l'acqua di falda ha un livello superiore, verrà inserito un elemento di tubo di lunghezza adeguata, previo posizionamento di un anello elastomerico in modo di garantire la tenuta da e verso l'esterno.
 - Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio, in aumento, di diametro.
L'aumento può essere ruotato di 180° in modo da determinare un piccolo salto. In presenza di acqua di falda vale quanto si è già detto precedentemente.
 - Pozzetto di salto senza o con continuità di materiale.
 - Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico.

1) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità:

- A) Giunti di tipo rigido
(giunto semplice o a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio)

- a) Eliminare le bave nella zona di giunzione;
 - b) eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
 - c) rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media;
 - d) completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
 - e) mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
 - f) applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
 - g) spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;
 - h) asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;
 - i) attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
 - l) effettuare le prove idrauliche solo quando siano trascorse almeno 24 ore.
- B) Giunti di tipo elastico (giunto semplice od a manicotto del tipo elastico con guarnizione elastomerica)**
- a) Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
 - b) segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
 - c) inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
 - d) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
 - e) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;
 - f) le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.
- Per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

1) Collegamento dei tubi in PVC per fognatura con tubi di altro materiale

Per il collegamento con tubo di ghisa, a seconda che questo termini con un bicchiere o senza il bicchiere, si usano opportune guarnizioni doppie (tipo Mengerling) oppure si applica una guarnizione doppia e un raccordo di riduzione.

Per il collegamento con tubi di gres o di altro materiale si usa un raccordo speciale; lo spazio libero tra bicchiere e pezzo conico speciale viene riempito con mastice a base di resine poliestere o con altri materiali a freddo.

Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

2) Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura

La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

La tubazione dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria.

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

3) Verifiche, in sede di collaudo, della condotta in PVC per fognatura

In sede di collaudo dell'opera appaltata, sarà verificata la perfetta tenuta idraulica della tubazione e la deformazione diametrale; questa deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073.

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere).

Dalla verifica possono essere escluse, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali.

Possono essere ammessi valori di deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, superiori a quelli massimi sopra stabiliti, ma non oltre 1,25 volte, se si accerta che tale deformazione è dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale), per cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata.

PUBBLICA ILLUMINAZIONE

55. Cavidotti - Pozzetti - Blocchi di fondazioni - Pali di sostegno

a) Cavidotti

Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

— il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;

— esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;

— fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 100 mm, peso 730 g/m, per il passaggio dei cavi di energia;

— la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;

— formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;

— il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dai tecnici comunali. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti. Sia per la sospensione dei lavori che per la risoluzione del contratto vale quanto indicato all'art. 11 del presente Capitolato.

Il reinterro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensata con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

b) Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché

l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento,
- conglomeramento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;

sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;

- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico

incontrollato, luce netta 50 x 50cm, peso ca. 90 kg, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio;

- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati;
- trasporto

alla scarica del materiale eccedente.

E' consentito in alternativa, e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

c) Pozzetto prefabbricato interrato

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Con il prezzo a corpo sono compensati, oltre allo scavo, anche il trasporto a piè d'opera, il tratto di tubazione in plastica interessato dalla parete del manufatto, il riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata, nonché il trasporto alla scarica del materiale scavato ed il ripristino del suolo pubblico.

d) Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nel disegno allegato.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 100 mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compreso nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

e) Pali di sostegno (escluse le torri-faro)

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.

E' previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR- UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nel disegno allegato "particolari". In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura.

Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI 6900/71.

Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione¹ delle dimensioni 200 x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte, opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare dei Direttori dei Lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è

¹ Nell'ipotesi che non venga adottata la finestrella d'ispezione e quindi venga realizzato un giunto nel pozzetto interessato questa prescrizione deve essere annullata.

richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6 (1968).

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4.

56. Linee

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

— cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²:

cavo 1 x a UG5R-0,6/1 kV

— cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm²:

cavo 1 x a RG5R-0,6/i kV

— cavi bipolari della sezione di 2,5 mm²:

cavo 2 x 2,5 UG5OR-0,6/1 kV

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni della Direzione Lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrato, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm². I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm².

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. E' consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase S - verde fase T - blu chiaro neutro).

La fornitura e la posa in opera del nastro adesivo di distinzione si intendono compensate con il prezzo a corpo.

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante (vedi art. 27). Nella formulazione del prezzo a corpo è stato tenuto conto, tra l'altro, anche degli oneri dovuti all'uso dei mezzi d'opera e delle attrezzature.

57. Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti ²

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II della ditta "La Conchiglia" tipo SGVP collocata nell'alloggiamento di cui all'art. 26 con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione dei Direttori dei Lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di

² Da escludere se non è prevista la finestrella d'ispezione.

muffole tipo 3M SCOTCHCAST o similare. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica $\sim 10 \text{ kV/mm}$; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

Il prezzo a corpo compensa la fornitura e posa di tale guaina.

58. Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

apparecchi per illuminazione stradale

“aperti” (senza coppa o rifrattore)

vano ottico = IP X 3

vano ausiliari = IP23

“chiusi” (con coppa o rifrattore)

vano ottico = IP54

vano ausiliari = IP23

— proiettori su torri faro o parete (verso il basso) IP65

— proiettori sommersi = IP68

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:

— CEI 34-21 fascicolo n. 1034 Novembre 1987 e relative varianti

— CEI 34-30 fascicolo n. 773 Luglio 1986 e relative varianti” proiettori per illuminazione”

— CEI 34-33 fascicolo n. 803 Dicembre 1986 e relative varianti” apparecchi per illuminazione stradale”

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati³. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

— 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro

— 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente

— 10 V per le lampade da 250 W (tutti i due tipi)

— 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro

— 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura

³ aggiungere, a secondo delle scelte impiantistiche, od omettere le prescrizioni relative al fusibile. Nell'ipotesi che si richieda il fusibile la prescrizione è la seguente: _____ e dotati di fusibili.
Tale fusibile deve essere inserito direttamente a valle del sezionatore, sul conduttore di fase disposta in modo da non poter essere sostituito a contenitore chiuso.

della Norma CEI 34-21.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla legge n° 12 del 3 Marzo 2005 della Regione Abruzzo in tema di: "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico".

In particolare dovranno avere intensità massima in opera nell'emisfero superiore (cioè con $\gamma \geq 90^\circ$) di 0 (zero) cd/klm.

I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità alla legge n° 12 del 3 Marzo 2005 della Regione Abruzzo delle loro apparecchiature e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di uso corretto. La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard in formato "Eulumdat".

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- Temperatura ambiente durante la misurazione;
- Tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- Norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- Identificazione del laboratorio di misura;
- Specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- Nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- Corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- Tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.
- Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti della Legge Abruzzo. In genere l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno).
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen
- diagramma del fattore di utilizzazione
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza.

Gli apparecchi di illuminazione saranno, come già precisato, in Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

La rispondenza alla Legge Abruzzo e al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificato con la consegna al Direttore dei Lavori della dichiarazione di conformità alle normative stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione, ai sensi dell'art. 7 della Legge 18 ottobre 1977 n. 791, oppure tramite l'accertamento dell'esistenza del Marchio di Conformità apposto sugli apparecchi stessi, ovvero dal rilascio dell'attestato di conformità ai sensi della già citata Legge 791/77.

59. Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

L'Appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di: larghezza 70-75 cm, altezza da terra 140-150 cm, profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo 1P 54 (CEI 70-1).

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installata dall'Ente Distributore, la relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'Appaltatore le opere di scavo e murarie per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'Ente Distributore.

Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nel disegno "particolari". L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con il Committente ove è ubicato l'impianto.

Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II come il resto dell'impianto di illuminazione.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI; in particolare i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI 17-3 fascicolo 252.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le seguenti caratteristiche: Classe di Isolamento II, grado IP 54, valore di intervento 10 + 2 Lux, carico massimo alimentare 5A.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo Norme CEI 64-8 fascicolo 1000 ed. Giugno/1987 capitolo VI sezioni 1 e 3.

Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

Il prezzo a corpo compensa la fornitura, il trasporto, la mano d'opera, il collaudo e la messa in servizio dei componenti e delle apparecchiature.

60. Impianto di Terra - Dispersori

L'impianto non prevede, come già detto, la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (Classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in Classe II, oppure sia necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini occorre realizzare l'impianto di terra.

Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm², i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V.

La linea dorsale sarà collegata al Dispersore Unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm² di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti.

Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle Norme CEI 81-

1/1 984, 64-8/1987 e 11-8/1989.

I dispersori saranno del tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro.

Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

Art. 71 - NORME PER LA MISURAZIONE DEI LAVORI A MISURA

I lavori a misura verranno misurati secondo quanto previsto dal Prezzario Regione Marche approvato

con deliberazione della Giunta Regionale n.1616 del 27/12/2016 pubblicata sul supplemento n°1 al BUR n° 3 del 12/01/2017 applicato alle varie categorie di lavorazioni e da quanto segue.

Per la valutazione dei lavori a misura o della parte dei lavori a misura si riportano di seguito alcune norme:

a) Demolizioni:

Le demolizioni totali o parziali di fabbricati o strutture in genere, verranno compensate a metro cubo vuoto per pieno calcolato dal piano di campagna alla linea di gronda del tetto; l'Appaltatore è, comunque, obbligato ad eseguire a suo carico la demolizione delle fondazioni, del pavimento del piano terra e di tutte le strutture al di sotto della linea di gronda.

La misurazione vuoto per pieno sarà fatta computando le superfici esterne dei vari piani con l'esclusione di aggetti, cornici e balconi e moltiplicando queste superfici per le altezze dei vari piani misurate da solaio a solaio; per l'ultimo piano demolito sarà preso come limite superiore di altezza il piano di calpestio del solaio di copertura o dell'imposta del piano di copertura del tetto.

I materiali di risulta sono di proprietà dell'Appaltante, fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore di avviare a sue spese tali materiali a discarica.

b) Scavi:

Le opere di scavo saranno compensate secondo i prezzi indicati nell'elenco per gli scavi in genere che comprenderanno:

- taglio di arbusti, piante, estirpazione di cespugli e quant'altro costituisca impedimento allo svolgimento dei lavori;
- lo scavo di materie asciutte e bagnate che dovranno essere rimosse anche in presenza d'acqua;
- qualunque tipo di movimentazione del materiale estratto fino al trasporto a discarica, il rinterro oppure la riutilizzazione nel cantiere stesso;
- per opere provvisorie quali rilevati, passaggi, attraversamenti, puntellature ed armature necessarie a garantire condizioni di assoluta sicurezza per mano d'opera e mezzi impegnati nei lavori;
- il contenimento delle scarpate, la regolarizzazione delle pareti, la formazione di gradoni o livelli per la posa di tubazioni da porre anche su piani differenti, lo spianamento del fondo o la predisposizione di opere di drenaggio.

La misurazione del lavoro svolto sarà eseguita nei modi seguenti:

- per gli scavi di sbancamento il volume sarà valutato secondo le sezioni ragguagliate sulla base delle misurazioni eseguite in corso d'opera prima e dopo i lavori;
- gli scavi di fondazione saranno valutati su un volume ottenuto dal prodotto dell'area di base della fondazione stessa per la profondità misurata sotto il piano degli scavi di sbancamento, considerando le pareti perfettamente verticali.

Il prezzo fissato per gli scavi verrà applicato a tutti i materiali o detriti inferiori ad 1 mc. (escludendo la roccia da mina) che verranno computati a volume; i materiali o parti rocciose superiori ad 1 mc. di volume saranno calcolati a parte e detratti dalle quantità degli scavi di materiale vario.

c) Scavi di sbancamento:

Il volume degli scavi di sbancamento verrà calcolato secondo le sezioni geometriche di riferimento rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore a lavori eseguiti.

Gli scavi per cassonetti, trincee, fossi, canali, etc. eseguiti per lavori stradali, verranno valutati come scavi di sbancamento analogamente a tutti gli scavi per opere murarie ed interventi da realizzare su rilevati già eseguiti.

d) Scavi di fondazione:

Il volume degli scavi di fondazione verrà calcolato moltiplicando la superficie della fondazione stessa per la sua profondità al di sotto del piano di sbancamento, oppure, quando tale sbancamento non dovesse venire effettuato, al di sotto del terreno naturale; nel caso di scavi a diverse profondità, il volume di calcolo sarà suddiviso in più zone alle quali saranno applicati i prezzi relativi fissati nell'Elenco allegato al contratto.

Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie e strutture simili, verrà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture indicate.

Nel caso di scavi per tubazioni interrate, il piano di posa verrà valutato con una larghezza pari al diametro del tubo aumentato di 20 cm. per parte e considerando i seguenti rapporti indicativi:

- | | | |
|----|--|--------------------------|
| a) | scavi di profondità fino a 1,50 m., | larghezza = 60 cm. |
| b) | scavi di profondità fino a 3,00 m., | larghezza = 80 cm. |
| c) | scavi di profondità superiori a 3,00 m., | larghezza min. = 100 cm. |

e) Rilevati:

Il prezzo relativo all'esecuzione di rilevati o rinterri verrà calcolato a volume sulle sezioni o sagome ragguagliate e sarà comprensivo di tutti gli oneri necessari per il costipamento, la disposizione a strati, la formazione di banchine, l'eventuale scavo di cassonetti (da dedurre dal volume complessivo del rilevato), i profili per scarpate e cigli. Sono esclusi dal calcolo del volume di rilevato da compensare tutti i manufatti di attraversamento dello stesso.

Nel caso di rilevati eseguiti in parte con materiali provenienti da scavi in zone adiacenti ed in parte con materiali provenienti da cave di prestito, verranno fissati e contabilizzati prezzi diversi in relazione alla provenienza del materiale; tali prezzi saranno, comunque, comprensivi di ogni onere necessario (trasporto, movimentazione, etc.) per la realizzazione delle opere indicate.

f) Scavi per pozzi di fondazione di drenaggio:

La contabilizzazione dello scavo dei pozzi di fondazione e di drenaggio dovrà essere calcolata sulla base della superficie di progetto e della profondità raggiunta rispetto al piano di campagna, misurata sull'asse del

pozzo. Qualora gli scavi dovessero avere un'area teorica superiore ad 80 mq. dovranno essere computati come scavi di fondazione a sezione obbligata.

Il prezzo dello scavo comprende ogni intervento necessario a garantire la stabilità dello scavo stesso (aggottamento, strutture temporanee di puntellamento) ed evitare danni di qualsiasi tipo e natura.

g) Fondazione stradale in misto di fiume e misto granulare in frantumato di cava:

Le fondazioni saranno valutate a volume in opera a costipamento ultimato ed il prezzo è comprensivo della fornitura del materiale, posa in opera, cilindratura con mezzi meccanici idonei, eventuale inumidimento o quanto altro previsto dalle norme di esecuzione del presente capitolato.

h) Massicciata cilindrata e trattamento bituminoso:

Le massicciate saranno misurate in base alla superficie eseguita, intendendosi compensato nel prezzo a metro quadrato ogni e qualsiasi onere per: la fornitura a piè d'opera del materiale, la sua stesa nello spessore richiesto, la messa in sagoma, la bagnatura, la cilindratura a fondo del materiale stesso, la mano d'opera, l'attrezzatura necessaria e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte e secondo le livellette e le pendenze trasversali prescritte.

Si precisa inoltre che per i macadam all'acqua, sono pure compresi nel prezzo la fornitura, la stesa e regolazione del materiale di aggregazione; per le massicciate con trattamento bituminoso la fornitura e lo spandimento anche in più riprese del legante, la fornitura e la stesa del pietrischetto di saturazione, il tutto come descritto nelle norme del relativo articolo del Capitolato.

i) Conglomerati bituminosi: binder e tappeto d'usura:

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di sostegno (binder) che per il tappeto d'usura verranno valutati in base alla superficie eseguita a seconda le larghezze previste.

Nei relativi prezzi a metro quadrato sono compresi tutti gli oneri per la fornitura degli inerti e del legante secondo le formule accettate o prescritte dalla Direzione dei Lavori, la pulizia della superficie da rivestire, 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 mano d'opera, l'attrezzatura e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

l) Vespai:

Nel prezzo previsto per i vespai è compreso l'onere per la fornitura e posa in opera dei materiali secondo le prescrizioni progettuali o le indicazioni della direzione dei lavori; la valutazione sarà effettuata sul volume dei materiali effettivamente utilizzati misurato a lavori eseguiti.

m) Massetti:

L'esecuzione di massetti di cemento a vista o massetti di sottofondo normali o speciali verrà computata secondo i metri cubi effettivamente realizzati e misurati a lavoro eseguito.

Il prezzo comprenderà il conglomerato cementizio, le sponde per il contenimento del getto, la rete elettrosaldata richiesta, la preparazione e compattazione delle superfici sottostanti, la lisciatura finale con mezzi meccanici, la creazione di giunti e tutte le lavorazioni necessarie per l'esecuzione dei lavori richiesti.

n) Tubazioni:

Le tubazioni metalliche saranno valutate a peso o in metri lineari, quelle in plastica saranno valutate esclusivamente secondo lo sviluppo in metri lineari; in tali valutazioni è compreso anche il computo delle quantità ricavate dalle curve o pezzi speciali. La misurazione andrà effettuata sulla rete effettivamente installata a posa in opera ultimata; il prezzo delle tubazioni dovrà comprendere eventuali giunti, raccordi, filettature e le altre lavorazioni necessarie per una completa messa in opera. Per le tubazioni non previste nella fornitura e posa in opera degli impianti dell'opera da realizzare, queste verranno calcolate, salvo casi particolari, a peso od a metro lineare e saranno costituite dai materiali indicati nelle specifiche relative agli impianti stessi.

Il prezzo per le tubazioni resterà invariato anche nel caso che i vari elementi debbano venire inglobati in getti di calcestruzzo e comprenderà ogni onere relativo al fissaggio provvisorio nelle casseforme. La valutazione delle tubazioni in grès ed in materiale plastico, sarà calcolata a metro lineare misurato lungo l'asse della tubazione.

I tubi di rame o lamiera zincata necessari per la realizzazione di pluviali o gronde saranno valutati secondo il peso sviluppato dai singoli elementi prima della messa in opera ed il prezzo dovrà comprendere anche le staffe e le cravatte di ancoraggio che saranno dello stesso materiale.

Le tubazioni in rame con o senza rivestimento in PVC per impianti termici o sanitari saranno valutate in metri lineari misurati dopo la messa in opera e tale prezzo dovrà comprendere anche i pezzi speciali, le giunzioni e le staffe di sostegno.

Le tubazioni in pressione di polietilene saranno valutate al metro lineare e tale misurazione, effettuata dopo la messa in opera, dovrà comprendere anche i pezzi speciali, le giunzioni e le staffe di sostegno.

o) Opere da carpentiere:

Per lavorazioni particolari richieste per questo tipo di opere la valutazione, salvo altre prescrizioni, verrà effettuata a volume e sarà comprensiva della preparazione, dei legnami, dei chiodi, dei bulloni, dei fissaggi, delle impalcature e di tutti i lavori, materiali, mezzi e mano d'opera necessari per la completa esecuzione di quanto richiesto.

Le stesse prescrizioni si applicano per tutte le carpenterie metalliche, i casseri rampanti, le casseforme a tunnel, gli impalcati speciali per ponti, etc...

p) Sigillature:

I lavori di sigillatura di notevole entità, espressamente indicati come opere da valutare a parte, saranno calcolati a metro lineare e comprenderanno la preparazione e la pulizia delle superfici interessate, l'applicazione dei prodotti indicati e tutti gli altri oneri e lavorazioni necessari.

q) Conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento e usura:

Tutti i conglomerati bituminosi per i vari strati di base, collegamento (binder) ed usura dovranno essere calcolati secondo le superfici delle parti effettivamente eseguite. Il prezzo comprende la fornitura degli inerti, degli additivi, del legante e di quanto necessario per la fornitura e la stesa completa del materiale secondo le indicazioni progettuali.

r) Opere di drenaggio:

Il prezzo delle opere di drenaggio sarà calcolato sulla base del volume di scavo e riempimento delle opere di drenaggio applicando una larghezza che corrisponderà a quella prevista dal progetto.

s) Opere di giardinaggio:

Le opere di giardinaggio richieste verranno valutate:

- a) a volume nel caso comprendano scavi o rinterri;
- b) a superficie nel caso di sistemazioni o preparazioni di manti erbosi o terreni vegetali;
- c) a peso per i semi;
- d) ad unità per la valutazione delle singole essenze ai vari stadi di sviluppo.

Secondo quanto specificato dalle prescrizioni progettuali o contrattuali il prezzo fissato sarà comprensivo di tutte le lavorazioni necessarie per la loro completa esecuzione.

t) Cordoli in conglomerato cementizio:

I prezzi per i cordoli e canalette in calcestruzzo dovranno essere calcolati per metro lineare comprendendo anche tutte le opere necessarie alla posa di tali manufatti quali scavi, fondazioni e rinterri a lavori ultimati.

u) Opere di assistenza agli impianti:

Nella realizzazione degli impianti gli oneri di assistenza per la messa in opera delle varie parti saranno valutati in ore lavorative sulla base della categoria di riferimento della mano d'opera impiegata e della quantità di materiali utilizzati; le opere di assistenza comprendono i seguenti tipi di prestazioni:

- consegna a piè d'opera con automezzi, scarico dei materiali, avvio e consegna nei vari punti di lavorazione nel cantiere, sistemazione e custodia in un deposito appositamente predisposto;
- apertura e chiusura di tracce murarie, esecuzione di asole e fori nelle varie murature ed installazione di scatole, tubazioni, bocchette, griglie, cassette e sportelli con relativi telai;
- scavi e rinterri eseguiti per la posa in opera di tubazioni interrato;
- trasporto a discarica dei materiali di risulta degli scavi e delle lavorazioni relative agli impianti;
- opere di protezione, sicurezza e ponteggi di servizio;
- fissaggi delle apparecchiature, preparazione degli eventuali ancoraggi, creazione di basamenti o piccole fondazioni.