

GM INGEGNERIA

Studio di Ingegneria Civile ed Idraulica

Committente



COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

Oggetto

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

RIQUALIFICAZIONE VIABILITA' COMUNALE

e

ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

CUP: G77H20000590002

Capitolato Speciale d'Appalto

Il Professionista

Dott. Ing. Michele Giorgio

Il Committente



CODICE PROGETTO PRG 184 – 20	FILE: REL_CSA-PRG 184-20	DATA: 01/07/2020	ELABORATO: O
AI TERMINI DI LEGGE SI RISERVA LA PROPRIETA' DEL PRESENTI ELABORATO CON DIVIETO DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE SCRITTA	VERSIONE: Vr_00	SCALA: -	

Dott. Ing. Michele Giorgio
Via Stelvio 2 – 24125 Bergamo
Telefono 035-402214 – fax 035-0514320 - cellulare 3391001022
P. IVA 02685550168 – C.F. GRG MHL 71D15 A794F
michele.giorgio@gmingegneria.it – michele.giorgio2@ingpec.eu
www.gmingegneria.it

PARTE 1

DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DELL'APPALTO

Capo 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

ART. 1

Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto tutte le opere relative ai lavori di "RIQUALIFICAZIONE VIABILITÀ COMUNALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE" redatto secondo il progetto ed il Piano di Sicurezza predisposto dal Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione.

Le opere oggetto del presente appalto, risultanti o desumibili dalle descrizioni, norme, elaborati e disegni di progetto definitivo ed esecutivo allegato, possono sommariamente riassumersi come segue:

- Fresatura meccanica pavimentazione stradale bituminosa, pulizia e trasporto a conferimento del fresato;
- Formazione di conglomerati bituminosi: tappeto, binder e base previa emulsione della pavimentazione;
- Installazione segnaletica di cantiere;
- Rifacimento segnaletica orizzontale sui nuovi tratti eseguiti;
- interventi per eliminazione delle barriere architettoniche presenti sui marciapiedi

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto definitivo-esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza e disposizioni della D.L. in fase esecutiva.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi; trova sempre applicazione l'articolo 1374 del codice civile.

ART. 2

Corrispettivo e modalità d'appalto

L'importo complessivo dei lavori compresi nell'appalto ammonta a 288.393,46 € di cui l'importo soggetto a ribasso di € 279.999,96 e di € 8.393,50 relativi agli oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso.

Il valore economico dell'appalto è adeguato e sufficiente rispetto al costo del lavoro e al costo relativo alla sicurezza; quest'ultimo come sopra determinato, non può essere comunque soggetto a ribasso d'asta, ai sensi del punto 4.1.4 dell'allegato XV al D.Lgs 81/ 2008.

Ai sensi dell'art. 59 comma 5bis del D.Lgs. n. 50/2016 l'appalto viene effettuato con contratto stipulato:

- **a corpo** come definito dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del D.Lgs 50/2016 e dell'articolo 43, comma 6, del D.P.R. n. 207/ 2010. L'importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, in base alle quantità effettivamente eseguite, fermi restando i limiti di cui all'articolo 106 del D.Lgs. n. 50/2016, e le condizioni previste dal presente Capitolato speciale nelle proporzioni e per le opere specificate negli articoli seguenti.

Il criterio di aggiudicazione dell'appalto è stabilito, trattandosi di contratto da stipulare a corpo, mediante il criterio:

- **Minor prezzo espresso a mezzo massimo ribasso percentuale unico ed incondizionato sull'importo delle opere poste a base di gara.**

ART. 3

Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili

Ai fini della verifica delle seguenti fattispecie:

- partecipazione dell'impresa alla gara d'appalto ed esecuzione dei lavori nei limiti della propria classifica incrementata di un quinto, ai sensi dell'art. 61 del D.P.R. n. 207 / 2010
- rilascio del Certificato di Esecuzione Lavori di cui all'art. 83 del D.P.R. n. 207 / 2010,

La categoria prevalente prevista per la realizzazione delle opere in appalto è la OG3.

Il concorrente singolo può partecipare alla gara qualora sia in possesso dei requisiti economico-finanziari e tecnico-organizzativi relativi alla categoria prevalente per l'importo totale dei lavori ovvero sia in possesso dei requisiti relativi alla categoria prevalente e alle categorie

scorporabili per i singoli importi. I requisiti relativi alle categorie scorporabili non posseduti dall'impresa devono da questa essere posseduti con riferimento alla categoria prevalente, ai sensi dell'art. 92 comma 1 del DPR n.207/2010.

Al fine della partecipazione alla gara ed alla successiva esecuzione dei lavori, visto il D.M. n. 248/2016:

a) l'affidatario, in possesso della qualificazione nella categoria di opere generali ovvero nella categoria di opere specializzate indicate nel bando di gara o nell'avviso di gara o nella lettera di invito come categoria prevalente può, fatto salvo quanto previsto alla lettera b),

- eseguire direttamente tutte le lavorazioni di cui si compone l'opera o il lavoro, anche se non è in possesso delle relative qualificazioni, oppure - subappaltare dette lavorazioni specializzate esclusivamente ad imprese in possesso delle relative qualificazioni.

b) non possono essere eseguite direttamente dall'affidatario in possesso della qualificazione per la sola categoria prevalente, ma privo delle relative adeguate qualificazioni, le lavorazioni di importo superiore al 10% dell'appalto, indicate nel bando di gara o nell'avviso di gara o nella lettera di invito, per le categorie di STRUTTURE IMPIANTE E OPERE SPECIALI di seguito elencate: OG11, OS 2-A, OS 2-B, OS 4, OS 11, OS 12-A, OS 12-B, OS 13, OS 14, OS 18-A, OS 18-B, OS 21, OS 25, OS 30, OS32.

Per queste lavorazioni vige il divieto di avvalimento e di subappalto oltre il 30% della categoria ad imprese in possesso delle relative qualificazioni.

Esse sono altresì scorporabili e sono indicate nei bandi di gara ai fini della costituzione di associazioni temporanee di tipo verticale.

Qualora la lavorazione scorporabile sia di importo superiore al 10% ma inferiore a € 150.000,00 la qualificazione può essere dimostrata per sé o per l'eventuale subappaltatore ricorrendo all'art. 90 del DPR 207/2010.

c) non possono essere eseguite direttamente dall'affidatario in possesso della qualificazione per la sola categoria prevalente, se privo delle relative adeguate qualificazioni, le lavorazioni, indicate nel bando di gara o nell'avviso di gara o nella lettera di invito, di importo superiore al 10% dell'importo appalto oppure maggiore a €150.000,00 relative alle categorie di OPERE a QUALIFICAZIONE OBBLIGATORIA di seguito elencate: OPERE GENERALI individuate nell'allegato A del D.P.R. 207/2010, nonché le categorie di seguito elencate: OS 3, OS 5, OS 8, OS 10, OS 20 -A, OS20-B, OS 24, OS 28, OS 33, OS 34, OS 35.

Le predette lavorazioni sono comunque subappaltabili ad imprese in possesso delle relative qualificazioni. Esse sono altresì scorporabili e sono indicate nei bandi di gara ai fini della costituzione di associazioni temporanee di tipo verticale.

ART. 4

Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili

I gruppi di lavorazioni omogenee/categorie di lavoro richiamate nell'articolo 43, commi 6, 7 e 8 del D.P.R. 207 / 2010 sono indicati nella tabella di seguito riportata:

CATEGORIE E LAVORAZIONI	IMPORTO	incidenza
Demolizioni e rimoziamenti	€ 72.330,20	25,08%
Pavimentazioni e Cordoli	€ 160.055,05	55,50%
Tubazioni e pozzetti	€ 5.644,48	1,96%
Segnaletica stradale	€ 41.970,23	14,55%
TOTALE	€ 279.999,96	97,09%
ONERI SICUREZZA	€ 8.393,50	2,91%
TOTALE	€ 288.393,46	100,00%

Capo 2 - DISCIPLINA CONTRATTUALE, CAUZIONI E GARANZIE

ART. 5

Documenti che fanno parte del contratto

Fanno parte integrante del contratto di appalto e sono in esso richiamati, i seguenti elaborati o documenti:

- Capitolato Generale D.M.145/2000 per gli articoli ancora in vigore;
- Capitolato Speciale D'Appalto;
- Relazioni ed Elaborati grafici del progetto definitivo - esecutivo;
- Elenco prezzi unitari (nel caso di offerta prezzi unitari coincide con "la lista delle lavorazioni e forniture" e relativo "elenco descrittivo delle lavorazioni e forniture");
- Piani di Sicurezza previsti dall'art. 100 (PSC) e dall'art. 89 (POS) del D.Lgs. 81/2008;

- Cronoprogramma.
- Polizze di garanzia prestate dall'appaltatore

S'intendono pertanto esclusi tutti gli altri documenti di progetto i quali non potranno mai essere invocati dall'Appaltatore in appoggio a domande per compensi che non siano previsti nelle disposizioni di contratto.

ART. 6

Indicazione delle persone che possono riscuotere

Il contratto di appalto e gli atti di cottimo, devono indicare, ai sensi dell'art. 2 del Decreto 145/2000 "Regolamento recante il Capitolato Generale d'appalto dei Lavori Pubblici":

- il luogo e l'ufficio dove saranno effettuati i pagamenti, e le relative modalità, secondo le norme che regolano la contabilità della Amministrazione Committente;
- la persona o le persone autorizzate dall'appaltatore a riscuotere, ricevere e quietanzare le somme ricevute in conto o saldo anche per eventuali cessioni di credito preventivamente riconosciute dalla Amministrazione Committente.

Gli atti da cui risulti la designazione di cui sopra sono allegati al contratto.

ART. 7

Condizioni dell'appalto - Avvalimento

Nell'accettare i lavori oggetto del contratto ed indicati dal Capitolato, l'Appaltatore dichiara:

- a) di aver preso conoscenza delle opere da eseguire, di aver visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;
 - b) di aver valutato, nell'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo dei materiali, della mano d'opera, dei noli e dei trasporti.
- L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal Codice Civile (e non escluse da altre norme del presente capitolato) o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto.

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme e sistemi costruttivi.

Nel caso in cui l'Appaltatore partecipi alla gara avvalendosi dei requisiti di altro soggetto o dell'attestazione SOA di altro soggetto, deve allegare all'offerta, oltre all'eventuale attestazione SOA propria e dell'impresa ausiliaria, la documentazione prevista dall'art. 89 del D.Lgs. 50/2016

In tal caso il concorrente e l'impresa ausiliaria sono responsabili in solido nei confronti della Amministrazione Committente in relazione alle prestazioni oggetto del contratto e, in ogni caso, non è consentito, a pena di esclusione, che, nel medesimo procedimento di appalto, della stessa impresa ausiliaria si avvalga più di un concorrente e che partecipino all'appalto sia l'impresa ausiliaria che quella che si avvale dei requisiti.

Il concorrente può avvalersi di una sola impresa ausiliaria per ciascuna categoria di qualificazione.

ART. 8

Presentazione delle offerte – Garanzia provvisoria

Le offerte delle ditte concorrenti, dovranno pervenire entro il termine che verrà fissato nel bando di gara (asta pubblica ovvero licitazione privata), rendendo sin da ora noto che non verrà concessa in nessun caso una dilazione dei termini stabiliti.

Le offerte dovranno essere corredate da una garanzia provvisoria come stabilito dall'art. 93 del D.Lgs 50/2016, di importo pari al **2 %** dell'importo dei lavori (valore compreso tra il minimo 1% e il massimo 4, da prestare a scelta dell'offerente sotto forma di cauzione o di fideiussione, nelle seguenti modalità:

- in contanti;
- in titoli del debito pubblico o garantiti dallo Stato al corso del giorno del deposito;
- mediante fideiussione bancaria;
- mediante polizza fidejussoria assicurativa.

La garanzia fideiussoria, a scelta dell'appaltatore, può essere rilasciata da imprese bancarie o assicurative che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano le rispettive attività o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo di cui all'[art. 106 del D.Lgs. 1° settembre 1993, n. 385](#), che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie e che sono sottoposti a revisione contabile da parte di una società di revisione iscritta nell'albo previsto dall'art. 161 del D.Lgs. 24 febbraio 1998, n. 58 e che abbiano i requisiti minimi di solvibilità richiesti dalla vigente normativa bancaria assicurativa.

La garanzia dovrà essere formulata secondo le seguenti modalità:

- avere validità per almeno centottanta giorni dalla data di presentazione dell'offerta;
- contenere l'impegno del fideiussore a rilasciare la cauzione definitiva qualora l'offerente risultasse aggiudicatario;
- prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, all'eccezione di cui all'art. 1957, comma 2, del codice civile, e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Amministrazione Committente.

in sede di offerta le ditte concorrenti dovranno presentare alla Amministrazione, a pena di esclusione, le schede tecniche relative a tali polizze debitamente compilate, timbrate dalla agenzia competente al rilascio, e debitamente sottoscritte dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

Lo svincolo della cauzione provvisoria degli offerenti risultati non aggiudicatari avverrà entro trenta giorni dalla conclusione della gara su accesso dei titolari.

La garanzia provvisoria copre la mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario riconducibile ad una condotta connotata da dolo o colpa grave ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

La garanzia provvisoria è ridotta del 50% del suo ammontare, qualora l'impresa sia certificata da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO9000 ed è ulteriormente riducibile qualora l'impresa possieda le ulteriori certificazioni descritte dall'art. 93 comma 7 del D.Lgs 50/2016

Le garanzie assicurative sono prestate da imprese di assicurazione autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.

ART. 9 Garanzia Definitiva

La ditta aggiudicataria dei lavori, ai sensi dell'art.103 del D.Lgs. 50/2016, è obbligata per la sottoscrizione del contratto a costituire garanzia definitiva a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione con le modalità di cui all'[articolo 93, commi 2 e 3](#) del D.Lgs. 50/2016-dei seguenti importi:

1. qualora il ribasso d'asta sia inferiore o pari al 10%, la garanzia prestata dovrà essere pari al 10% dell'importo netto contrattuale;
2. in caso di ribasso d'asta superiore al 10% e sino al 20%, la garanzia fidejussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%;
3. qualora il ribasso sia superiore al 20%, l'aumento della garanzia fidejussoria è pari a due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20%.

In ogni caso la cauzione definitiva è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione nel limite massimo del 80% dell'importo garantito. Lo svincolo, nei termini e per le entità anzidetti, è automatico, senza necessità di benestare del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati d'avanzamento lavori o di analogo documento, in originale o copia autentica, attestanti il raggiungimento delle predette percentuali di lavoro eseguito. L'ammontare residuo, pari al 20% dell'iniziale importo garantito, è svincolato secondo la normativa vigente.

Le fideiussioni devono essere conformi allo schema tipo approvato con decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare alla Amministrazione Committente la scheda-tecnica relativa a tale polizza fidejussoria definitiva, debitamente compilata, timbrata dalla agenzia competente al rilascio, e debitamente sottoscritta dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

La garanzia copre gli oneri per il mancato o inesatto adempimento e cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.

La cauzione definitiva viene prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore.

Le stazioni appaltanti hanno il diritto di valersi della cauzione, nei limiti dell'importo massimo garantito, per:

- l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore;
- provvedere al pagamento di quanto dovuto dal soggetto aggiudicatario per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori addetti all'esecuzione dell'appalto.

La mancata costituzione della garanzia determina, la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della Amministrazione Committente, che aggiudica l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

La cauzione definitiva potrà essere ridotta del 50% del suo ammontare, qualora l'impresa sia certificata da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 – e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO9000 ed è ulteriormente riducibile qualora l'impresa possieda le ulteriori certificazioni descritte dall'art. 93 comma 7 del D.Lgs 50/2016.

La garanzia definitiva, a scelta dell'appaltatore, può essere rilasciata da imprese bancarie o assicurative che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano le rispettive attività o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo di cui all'[articolo 106 del D.Lgs 1° settembre 1993, n. 385](#), che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie e che sono sottoposti a revisione contabile da parte di una società di revisione iscritta nell'albo previsto dall'articolo 161 del D.Lgs 24 febbraio 1998, n. 58 e che abbiano i requisiti minimi di solvibilità richiesti dalla vigente normativa bancaria assicurativa.

È facoltà dell'Amministrazione Committente di rivalersi sugli importi eventualmente dovuti a saldo all'Appaltatore e di esperire ogni altra azione nel caso in cui tali importi risultassero insufficienti.

Nella ipotesi in cui l'Amministrazione Committente intenda valersi della facoltà di richiedere all'appaltatore la reintegrazione della cauzione definitiva, ove questa si venuta meno in tutto o in parte, l'impresa appaltatrice è tenuta a trasmettere la scheda tecnica relativa a tale polizza di reintegrazione della garanzia definitiva, debitamente compilata, timbrata dalla agenzia competente al rilascio, e debitamente sottoscritta dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

ART. 10

Copertura assicurativa per danni di esecuzione responsabilità civile terzi e periodo di garanzia

L'esecutore dei lavori, ai sensi dell'art. 103 del D.lgs. 50/2016, è obbligato a stipulare e consegnare almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori una polizza assicurativa che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione.

Le fidejussioni devono essere conformi allo schema tipo approvato con decreto del Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare alla Amministrazione Committente la scheda-tecnica relativa a tale polizza debitamente compilata, timbrata dalla agenzia competente al rilascio, e debitamente sottoscritta dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

Qualora si addivenga alla proroga dei termini del contratto previa approvazione di apposita appendice (*atto di sottomissione, perizia di variante, ecc.*) che comportino l'aggiornamento della somma assicurata, la polizza di cui sopra deve essere automaticamente aggiornata.

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare alla Amministrazione Committente la scheda-tecnica relativa a tale appendice di aggiornamento della somma assicurata, debitamente compilata, timbrata dalla agenzia competente al rilascio, e debitamente sottoscritta dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

La polizza di assicurazione per danni di esecuzione deve assicurare l'Amministrazione Committente contro la responsabilità civile verso terzi per copertura di eventuali danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori.

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare alla Amministrazione Committente la scheda-tecnica relativa a tale polizza R.C.T., debitamente compilata, timbrata dalla agenzia competente al rilascio, e debitamente sottoscritta dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

Il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi è pari al 5% della somma assicurata per le opere con un minimo di EURO 500.000 ed un massimo di EURO 5.000.000.

Relativamente al presente appalto l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi è pari a **€ 500.000,00 (euro (cinquecentomila))** ed il relativo importo deve essere inserito nel bando di gara.

La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

Qualora sia previsto un periodo di garanzia lo stesso sarà regolato dalle condizioni riportate nella scheda-tecnica di cui alla polizza-tipo.

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare alla Amministrazione Committente la scheda-tecnica relativa a tale polizza di garanzia, debitamente compilata, timbrata dalla agenzia competente al rilascio, e debitamente sottoscritta dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

In caso di mancato tempestivo deposito di dette polizze nel termine suindicato, sarà fissato un nuovo termine perentorio non superiore di dieci giorni, trascorso il quale non si darà corso alla consegna dei lavori e si procederà alla risoluzione del contratto per grave inadempimento.

Tutte le garanzie e coperture assicurative dovranno essere costituite e stipulate con imprese di assicurazione iscritte nell'elenco dei soggetti ammessi ad accedere all'esercizio delle assicurazioni contro i rischi e i danni in regime di libera prestazione di tali servizi nel territorio nazionale, e dovranno essere trasmesse nei termini e con le modalità richiamati dal presente articolo.

ART. 11

Copertura assicurativa indennitaria decennale e per responsabilità civile decennale

Qualora i lavori abbiano importo superiore al doppio della soglia di rilevanza comunitaria di cui all'[art. 35](#) del D.Lgs 50/2016, con decorrenza dalla data di emissione del collaudo provvisorio, o comunque decorsi 12 mesi dalla data di ultimazione dei lavori, l'appaltatore ha l'obbligo di stipulare una polizza d'assicurazione indennitaria decennale a copertura:

1. dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi. Il limite di indennizzo di detta polizza non deve essere inferiore al 20% del valore dell'opera realizzata e non superiore al 40 per cento, nel rispetto del principio di proporzionalità avuto riguardo alla natura dell'opera.
2. della responsabilità civile verso terzi, con un indennizzo pari al 5 per cento del valore dell'opera realizzata con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro.

La polizza deve contenere la previsione del pagamento in favore del committente non appena questi lo richieda, anche in pendenza dell'accertamento della responsabilità e senza che occorranò consensi ed autorizzazioni di qualunque specie.

L'impresa aggiudicataria dovrà presentare alla Amministrazione Committente la scheda-tecnica relativa a tale polizza decennale, debitamente compilata, timbrata dalla agenzia competente al rilascio e debitamente sottoscritta dalle parti contraenti con firma leggibile (nome e cognome stampati, sottoscrizione per esteso).

In caso di riunione di concorrenti valgono le norme stabilite dall'art. 128 del predetto D.P.R. n° 207/10, richiamate nel successivo articolo.

Tutte le garanzie e coperture assicurative dovranno essere costituite e stipulate con imprese di assicurazione iscritte nell'elenco dei soggetti ammessi ad accedere all'esercizio delle assicurazioni contro i rischi e i danni in regime di libera prestazione di tali servizi nel territorio nazionale, e dovranno essere trasmesse nei termini e con le modalità richiamati dal presente articolo.

ART. 12 Garanzie di concorrenti riuniti

In caso di raggruppamenti temporanei le garanzie fideiussorie e le garanzie assicurative sono presentate, su mandato irrevocabile, dalla mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti ferma restando la responsabilità solidale tra le imprese, ai sensi dell'art.103 del D.Lgs 50/2016

ART. 13 Stipulazione del contratto

L'Impresa aggiudicataria verrà invitata a presentarsi per la stipulazione del contratto di appalto a sensi dell'art. 32 del D.Lgs 50/2016-

La stipulazione del contratto di appalto deve aver luogo entro sessanta giorni dalla aggiudicazione (determina di aggiudicazione definitiva), salvo diverso termine previsto nel bando o nell'invito ad offrire, ovvero l'ipotesi di differimento espressamente concordata con l'aggiudicatario.

Se l'aggiudicatario non si presenta per la stipulazione del contratto o non provvede al deposito della cauzione definitiva entro i termini fissati dalla comunicazione di aggiudicazione, sarà considerato decaduto e la cauzione provvisoria presentata in sede di partecipazione alla gara verrà automaticamente incamerata.

Se la stipulazione del contratto non avviene nel termine fissato, ai sensi dell'art.32 comma 8 del D.Lgs 50/2016 l'aggiudicatario può, mediante atto notificato alla Amministrazione Committente, sciogliersi da ogni vincolo o recedere dal contratto. All'aggiudicatario non spetta alcun indennizzo, salvo il rimborso delle spese contrattuali documentate. Se è intervenuta la consegna dei lavori in via di urgenza, l'aggiudicatario ha diritto al rimborso delle spese sostenute per l'esecuzione dei lavori ordinati dal direttore dei lavori, ivi comprese quelle per opere provvisoriale.

Il contratto è stipulato, a pena di nullità, con atto pubblico notarile informatico, ovvero, in modalità elettronica secondo le norme vigenti per ciascuna Amministrazione Committente, in forma pubblica amministrativa a cura dell'Ufficiale rogante della Amministrazione Committente o mediante scrittura privata; in caso di procedura negoziata ovvero per gli affidamenti di importo non superiore a 40.000 euro mediante corrispondenza secondo l'uso del commercio consistente in un apposito scambio di lettere, anche tramite posta elettronica certificata o strumenti analoghi negli altri Stati membri

La stipulazione del contratto, è obbligatoriamente preceduta dal "Verbale di constatazione del permanere delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione dei lavori" sottoscritto dal Responsabile del procedimento e dall'impresa appaltatrice.

Il verbale di cui sopra viene allegato quale parte integrante allo stipulando contratto.

ART. 14 Spese di contratto, di registro ed accessorie

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le spese di bollo e registro, della copia del contratto e dei documenti e disegni di progetto.

Sono pure a carico dell'Appaltatore tutte le spese di bollo inerenti agli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione.

ART. 15 Domicilio dell'appaltatore

L'appaltatore, ai sensi dell'art. 2 del Decreto 19 aprile 2000, n. 145 "Regolamento recante il Capitolato Generale d'appalto dei Lavori Pubblici" deve avere domicilio nel luogo nel quale ha sede l'ufficio di direzione dei lavori.

Ove non abbia in tale luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali o lo studio di un professionista, o gli uffici di società legalmente riconosciuta.

Tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto di appalto sono fatte dal Direttore dei Lavori o dal Responsabile unico del procedimento, ciascuno relativamente agli atti di propria competenza, a mani proprie dell'appaltatore o di colui che lo rappresenta nella condotta dei lavori oppure devono essere effettuate presso il domicilio eletto di cui sopra.

ART. 16
Cessione del contratto e cessione dei crediti

È vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'articolo 106, comma 13 del D. Lgs. 50/2016 e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, stipulato mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata, sia notificato all'Amministrazione Committente precedentemente l'emissione del certificato di pagamento.

Dall'atto di cessione dovrà desumersi l'entità del credito ceduto, il cessionario dello stesso, le modalità di pagamento ed i riferimenti bancari (codice IBAN) del cessionario medesimo. Il cessionario è tenuto a rispettare la normativa sulla tracciabilità di cui alla L.136/2010.

L'Amministrazione Committente potrà opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in forza del presente contratto di appalto.

Capo 3 - MODALITA' E TERMINI PER LO SVOLGIMENTO DEI LAVORI

ART. 17
Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori. Condotta dei lavori da parte dell'appaltatore

L'Appaltatore, generalmente, avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché l'organizzazione del cantiere, a giudizio della Direzione Lavori, del Responsabile della Sicurezza o del Coordinatore per la sicurezza, non sia pregiudizievole alla buona riuscita delle opere, alla sicurezza sul cantiere, agli interessi dell'Amministrazione Committente e al regolare svolgimento delle attività svolte all'interno dell'edificio oggetto di intervento.

1) SOTTOSERVIZI

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'impresa è tenuta a informarsi e verificare la presenza nelle zone interessate dai lavori dell'esistenza di cavi sotterranei (es. telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (es. metanodotti, acquedotti, oleodotti, fognari). L'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di detti cavi o condutture la data dell'inizio lavori richiedendo altresì agli stessi tutti quei dati (ubicazione, profondità,..) necessari al fine di eseguire i lavori con le opportune cautele per evitare danni alle accennate opere. Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi d'elenco. Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni a cavi o condotte l'impresa dovrà darne immediato avviso mediante telegramma sia all'Ente proprietario dei servizi, sia all'Ente proprietario della strada. Nei confronti dell'Ente proprietario dei servizi danneggiati l'unico responsabile rimane l'Impresa rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione Committente da ogni vertenza civile e penale.

2) GESTIONE RIFIUTI

Tutti i rifiuti generati dovranno essere raccolti separatamente secondo i criteri della raccolta differenziata e dovranno essere avviati a regolare recupero e/o smaltimento.

Il materiale derivante dalla fresatura a freddo delle pavimentazioni stradali "fresato d'asfalto" rimane di proprietà dell'impresa che deve essere dotata delle necessarie autorizzazioni allo stoccaggio ed al reimpiego come disciplinato dalle norme di settore e dovrà essere obbligatoriamente avviato a recupero per il suo riciclaggio e pertanto non verranno riconosciuti oneri per lo smaltimento dello stesso in discarica autorizzata o comunque altri oneri per il loro conferimento ad impianto di recupero.

3) REGOLAZIONE DEL TRANSITO

Ai fini della tutela della circolazione stradale, di norma, i lavori non devono comportare chiusure veicolari su entrambe i sensi di marcia ma sono da realizzarsi in presenza di traffico con regolazione mediante senso unico alternato o restringimento della carreggiata.

Durante le festività natalizie e nel mese di agosto sulle strade soggette a transito veicolare turistico non sarà consentito l'impianto di cantieri che producano chiusure, sensi unici alternati o che comunque intralcino in modo particolare il transito veicolare.

L'Amministrazione Committente si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'appaltatore che non conduce i lavori personalmente deve conferire mandato con rappresentanza a persona fornita dei requisiti di idoneità tecnici e morali, per l'esercizio delle attività necessarie per la esecuzione dei lavori a norma del contratto. L'appaltatore rimane responsabile dell'operato del suo rappresentante.

Il mandato deve essere conferito per atto pubblico ed essere depositato presso l'Amministrazione Committente, che provvede a dare comunicazione all'ufficio di Direzione Lavori.

L'appaltatore o il suo rappresentante deve, per tutta la durata dell'appalto, garantire la presenza sul luogo dei lavori.

Quando ricorrono gravi e giustificati motivi l'Amministrazione Committente, previa motivata comunicazione all'appaltatore, ha diritto di esigere il cambiamento immediato del suo rappresentante, senza che per ciò spetti alcuna indennità all'appaltatore o al suo rappresentante.

ART. 18

Consegna - Tempo utile per l'ultimazione dei lavori - Penale per ritardo

CONSEGNA

L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.

In considerazione della necessità di garantire la sicurezza della circolazione stradale sulle strade oggetto del presente appalto, è facoltà dell'Amministrazione Committente procedere in via d'urgenza alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi dell'art.32, comma 8 del D. Lgs. 50/2016.

Il Direttore dei lavori provvede in via d'urgenza su autorizzazione del RUP e indica espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.

TEMPO UTILE

Il tempo utile per ultimare tutti i lavori sarà di giorni **45 (quarantacinque)** naturali, successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna.

Nel calcolo del tempo si è tenuto conto delle ferie contrattuali e delle ordinarie difficoltà e degli ordinari impedimenti in relazione agli andamenti stagionali e alle relative condizioni climatiche, pertanto per tale motivo, non potranno essere concesse proroghe per recuperare i rallentamenti e le soste.

L'Amministrazione Committente si riserva la possibilità della consegna dei lavori in più volte, con successivi verbali di consegna parziale, e l'esecutore comincia i lavori per le sole parti già consegnate. Nella ipotesi di consegna parziale, il tempo utile decorre dall'ultimo dei verbali di consegna.

L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere dall'appaltatore comunicata per iscritto al Direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.

L'appaltatore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile all'Amministrazione, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

PENALE

Per i lavori di cui al presente appalto la penale pecuniaria per il ritardo viene stabilita nella misura dell'**1 per mille dell'ammontare netto contrattuale**, per ogni giorno di ritardo considerata la tipologia, la categoria, l'entità e la complessità dell'intervento.

La penale trova applicazione, nella misura dell'**1 per mille**, anche per:

- il mancato inizio dei lavori rispetto alla data fissata dalla Direzione Lavori (eventualmente disapplicata se l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetta la prima soglia temporale successiva fissata nel programma esecutivo dei lavori);
- per la ritardata esecuzione di parte dei lavori da realizzare entro un prestabilito termine di tempo, ordinati ai sensi dell'art.6 del Capitolato Speciale d'Appalto. (calcolata sull'importo degli stessi);
- per la ritardata esecuzione di parte dei lavori da realizzare entro un prestabilito termine di tempo, ordinati per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati (calcolata sull'importo degli stessi).

Qualora il ritardo nell'adempimento determina un importo massimo della penale superiore al 10% dell'importo contrattuale e risulta infruttuosamente scaduto il termine previsto dall'art. 108, comma 4, D.lgs. n. 50/2016, il responsabile del procedimento promuove l'avvio delle procedure per la risoluzione del contratto per grave ritardo, che viene disposta dalla Amministrazione Committente con le modalità previste dallo stesso art.108, comma 4, D.Lgs. n. 50/2016.

Le penali sono applicate in sede di conto finale e non pregiudicano il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dall'Amministrazione Committente a causa di ritardi per fatto dell'appaltatore, per mancati introiti o per qualsiasi altro titolo.

ART. 19

Documentazione preliminare

Prima della consegna dei lavori l'Appaltatore deve consegnare al Direttore Lavori la seguente documentazione:

- 1) il Programma Esecutivo dei lavori ai sensi dell'art.43 comma 10 del D.P.R. n° 207/10 nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date stabilite dal presente capitolato per la liquidazione dei certificati di pagamento. Il programma esecutivo deve essere coerente: con il cronoprogramma di progetto, con il piano di coordinamento e sicurezza (ove previsto), e con il Cronoprogramma delle lavorazioni presentato in sede di offerta (ove previsto) Tale coerenza sarà valutata dal Responsabile del Procedimento sentita la D.L.;
- 2) dichiarazione autentica in ordine all'organico medio annuo, destinato al lavoro in oggetto nelle varie qualifiche, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori presso l'I.N.P.S., l'I.N.A.I.L. e casse edili;
- 3) dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative applicato ai lavoratori dipendenti;

- 4) qualora venga effettuata la consegna d'urgenza in pendenza di contratto: la Cauzione definitiva e le Polizze di assicurazione per danni di esecuzione e responsabilità civile verso terzi sopracitata nel presente Capitolato;

Capo 4 - CONTABILIZZAZIONE E PAGAMENTO DEI LAVORI

ART. 20

Norme generali per la misurazione e valutazione delle opere

I lavori sono appaltati a corpo e pertanto per la loro valutazione e verifica valgono le disposizioni stabilite nel titolo IX del D.P.R. n° 207/10, e quelle contenute nel presente Capitolato Speciale e negli elaborati e disegni esecutivi che fanno parte integrante del medesimo Capitolato Speciale.

- Per le **opere a corpo** l'ammontare contrattualmente pattuito è fisso ed invariabile, per cui non può essere invocata, dalle parti contraenti, alcuna verifica sulla loro misura o sul valore attribuito alle quantità di dette opere previste a corpo.
Sono comunque comprese nell'appalto a corpo tutte le prestazioni ed i materiali necessari a dare completamente compiuti tutti i lavori, nel rispetto delle vigenti normative di esecuzione, sicurezza ed agibilità delle opere appaltate, anche se non specificatamente descritte negli allegati di progetto.
Nel corrispettivo per l'esecuzione del lavoro a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente Capitolato speciale e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.
La contabilizzazione del lavoro a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro, indicate nella tabella del presente Capitolato Speciale, di ciascuna delle quali è contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito. Resta salvo in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo
- Per i **Sovrapprezzi alle lavorazioni** previsti nell'Elenco prezzi unitari:
 - 1) per lavori eseguiti in orari notturni o festivi, non sono applicati sovrapprezzi se tali tempistiche lavorative sono già previste dal progetto esecutivo. Sono invece applicati qualora in corso d'opera la Direzione Lavori ordini per iscritto che le lavorazioni vengano svolte in orario Notturno, dalle ore 22 alle ore 6,00; - Festivo di cui all'art. 7 del CCNL Edili, o Festivo notturno e verranno contabilizzati con percentuali da applicarsi sull'importo del costo della manodopera, di cui al cap. MA.00.090 dell'elenco prezzi di Regione Lombardia;
 - 2) per lavori eseguiti su superfici ridotte di pavimentazione il sovrapprezzo si applica qualora comportino il completo trasferimento "a vuoto" della squadra operativa.

Ai fini contabili si precisa che qualora, per una singola lavorazione, ricorresse la necessità di applicare più di un sovrapprezzo lo stesso andrà applicato solo una volta al prezzo base e pertanto non verrà contabilizzato il sovrapprezzo sul sovrapprezzo.

- Per gli **Oneri di smaltimento a discarica**:
Non vengono rimborsati oneri di smaltimento per i rottami di materiali che vengono normalmente commercializzati, ad esempio ferro e tutti metalli, vetri e cristalli ecc. mentre i relativi compensi restano di proprietà dell'impresa, salvo diversa specifica disposizione contrattuale.
Gli allontanamenti di materiale "a discarica" si riferiscono sempre a "discarica autorizzata" anche se la dicitura è abbreviata), quindi soggetti alla presentazione della documentazione relativa al trasporto e scarico per giustificare il rimborso dei costi di smaltimento eventuali. I trasporti a depositi dell'Impresa o della Amministrazione, a impianti di riciclaggio o di stoccaggio provvisorio, comunque soggetti alla presentazione della documentazione relativa al trasporto e scarico, non possono mai dar luogo a rimborsi di costi di smaltimento.
Il materiale derivante dalla fresatura a freddo delle pavimentazioni stradali "fresato d'asfalto" qualificabile come "sottoprodotto" rimane di proprietà dell'appaltatore e dovrà essere obbligatoriamente avviato a recupero per il suo riutilizzo e pertanto non verranno riconosciuti Oneri per lo smaltimento dello stesso in discarica autorizzata o comunque altri oneri per la sua gestione e conferimento ad impianto di recupero.
- Per gli **Oneri relativi alla sicurezza** (D.Lgs. 81/2008), non soggetti a ribasso d'asta, la valutazione avverrà sulla base dei prezzi di cui all'elenco allegato al capitolato speciale, con le quantità rilevabili ai sensi del presente articolo per le opere a misura o verranno corrisposti nella medesima percentuale dello stato d'avanzamento dei lavori per le opere a corpo, fatto salva l'approvazione del Coordinatore sicurezza in fase esecutiva.
- Per le **Assistenze murarie** di qualsiasi lavorazione: si intende che tutte le lavorazioni sono comprensive di assistenza muraria qualora non diversamente specificato.
- Per i **Materiali forniti** i materiali approvvigionati nel Cantiere a cura e spesa dell'appaltatore, sempreché accettati dalla Direzione Lavori, verranno compresi negli stati di avanzamento per i pagamenti predetti ai sensi e nei limiti dell'art.180 del D.P.R. n° 207/10. Qualora i materiali ed i manufatti superino in valore la spesa per la messa in opera, il Direttore dei Lavori ammette l'accreditamento in

contabilità prima della loro messa in opera, in misura comunque non superiore alla metà del valore dei materiali e dei manufatti. L'Impresa resta però sempre ed unicamente responsabile della conservazione dei suddetti materiali sino al nuovo impiego, mentre la Direzione dei lavori conserverà sempre la facoltà insindacabile di vietarne la posa in opera e di ordinare l'allontanamento dal cantiere, qualora, all'atto dell'impiego, tali materiali risultassero deteriorati o resi inservibili.

ART. 21 Pagamenti

1) ANTICIPAZIONE

L'appaltatore ha diritto all'anticipazione del prezzo d'appalto, pari al 20% (venti per cento) dell'importo contrattuale, da erogare dopo la sottoscrizione del contratto medesimo ed entro 15 giorni dall'effettivo inizio dei lavori accertato dal RUP, ai sensi dell'art.35, comma 18 del D.Lgs. 50/2016.

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

- a. 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;
- b. 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;
- c. 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;
- d. per quanto non previsto trova applicazione l'articolo 3 del decreto del Ministro del tesoro 10 gennaio 1989.

L'anticipazione è compensata mediante trattenuta sull'importo di ogni certificato di pagamento, di un importo pari al 20% dell'importo dello stesso, a titolo di graduale recupero della medesima; in ogni caso all'ultimazione dei lavori l'importo dell'anticipazione deve essere compensato integralmente.

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 Amministrazione Committente anche gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

La Amministrazione Committente procede all'escussione della fideiussione in caso di insufficiente compensazione o in caso di decadenza dell'anticipazione, salvo che l'appaltatore provveda direttamente con risorse proprie prima della predetta escussione.

2) PAGAMENTI IN ACCONTO

L'appaltatore avrà diritto a pagamento in acconto, in corso d'opera, ogni qualvolta il suo credito, al netto del ribasso d'asta e della ritenuta dello 0,5%, ex art. 30 del D.Lgs. 50/2016 avrà raggiunto l'importo di **EURO 100.000,00 (euro centomila/00)**.

In caso di sospensione dei lavori per un periodo superiore a 45 (quarantacinque) giorni per cause non imputabili all'appaltatore, o qualora sia stato emesso il certificato di ultimazione dei lavori, si farà luogo al pagamento della rata di acconto, qualunque possa risultarne l'ammontare, provvedendo alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento,

3) RATA DI SALDO

Il pagamento della **rata di saldo** è disposto entro 60 giorni dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione, previa prestazione di garanzia fideiussoria costituita secondo le modalità previste dell'articolo 103, comma 6, del D. Lgs. 50/2016, Nel caso l'appaltatore non abbia preventivamente presentato garanzia fideiussoria, il termine di 60 giorni decorre dalla presentazione della garanzia stessa.

Si precisa comunque che, il pagamento dei corrispettivi, trattandosi di contributo regionale, saranno effettuati direttamente dal Comune solo dopo aver introitato le somme dagli appositi uffici di Regione Lombardia ai sensi dell'art. 1 della legge regionale nr. 9 del 04 maggio 2020 rubricata "Interventi per la ripresa economica – Misure di sostegno agli investimenti e allo sviluppo infrastrutturale)

CONDIZIONI PER LA LIQUIDAZIONE

Il corrispettivo dovuto all'Appaltatore sarà pagato:

- a) solo dopo l'Amministrazione Committente ha verificato la regolarità del "Documento Unico di Regolarità Contributiva" (DURC) dell'impresa appaltatrice e quello degli eventuali subappaltatori;
- b) nel caso in cui l'importo del corrispettivo sia superiore a € 5.000,00 IVA compresa, solo dopo che sarà stata effettuata da parte l'Amministrazione Committente, nella figura del Dirigente Settore Bilancio o suoi delegati, la verifica dell'assenza di eventuali carichi in sospeso, per inadempienza all'obbligo di versamento derivante dalla notifica di una o più cartelle di pagamento definitivamente accertate.

Il periodo necessario per tale verifica effettuata in attuazione al D.M. n. 40 del 18/01/2008 non può costituire motivo per richieste di interessi legali o moratori trattandosi di verifiche disposte ex lege.

- c) all'accertamento del pagamento dei subappaltatori e subcontraenti, se sono stati stipulati contratti di subappalto o subcontratti;
- d) all'ottemperanza dell'appaltatore alle prescrizioni in materia di tracciabilità dei Flussi Finanziari;

ART. 22

Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo

1. Per i lavori di cui al presente Capitolato, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del codice civile.
2. Ai sensi di quanto previsto dall'art. 106, comma 1, lett. a), del D. Lgs. 50/2016, in deroga a quanto previsto dal precedente comma 1, se il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisce variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10 per cento rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti nell'anno di presentazione dell'offerta con apposito decreto, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la metà della percentuale eccedente il 10 per cento, alle seguenti condizioni:
 - a) le compensazioni in aumento sono ammesse con il limite di importo costituito da:
 - a.1) somme per imprevisti, derivanti dal ribasso d'asta o comunque a disposizione nel quadro economico dell'intervento, al netto di quanto già eventualmente impegnato contrattualmente per altri scopi o con altri soggetti;
 - a.2) somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza dell'Amministrazione Committente nei limiti della residua spesa autorizzata e disponibile;
 - b) all'infuori di quanto previsto dalla lettera a), non possono essere assunti o utilizzati impegni di spesa comportanti nuovi o maggiori oneri per l'Amministrazione Committente;
 - c) la compensazione è determinata applicando la metà della percentuale di variazione che eccede il 10% (dieci per cento) al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nell'anno solare precedente al decreto ministeriale, nelle quantità accertate dal Direttore dei lavori;
 - d) le compensazioni sono liquidate senza necessità di iscrizione di riserve ma a semplice richiesta di una delle parti che ne abbia interesse, accreditando o addebitando il relativo importo, a seconda del caso, ogni volta che siano maturate le condizioni di cui al presente comma, entro i successivi 60 (sessanta) giorni, a cura della direzione lavori se non è ancora stato emesso il certificato di regolare esecuzione, a cura del R.U.P. in ogni altro caso;

Capo 5 - TUTELA DEI LAVORATORI E SICUREZZA SUL CANTIERE

ART. 23

Tutela dei lavoratori

1) COSTO DEL PERSONALE

Il costo del personale, calcolato ai sensi degli art. 23 e 97 del D.Lgs 50/2016, è stata stimato in maniera analitica sulla base delle analisi prezzi dei prezzi unitari applicati, in riferimento alle quantità delle singole lavorazioni come indicate nel Computo Metrico Estimativo. Si rimanda all'elaborato "Quadro di incidenza della manodopera" per i calcoli di dettaglio. Si evidenzia che: - il costo della manodopera preso in considerazione per il calcolo è determinato al lordo degli oneri previdenziali e assistenziali e netto di spese generali e utile d'impresa (assunti nel presente appalto pari, rispettivamente, al 15% e 10%); - Tale costo è calcolata sul totale dell'importo soggetto a ribasso d'asta pari all'importo lavori decurtato dei costi della sicurezza).

2) PAGAMENTO DIRETTO DEI DIPENDENTI

Ai sensi dell'art. 30, comma 6 del D. Lgs. 50/2016, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'appaltatore, dei subappaltatori o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, di cui all'art. 105, comma 18, ultimo periodo del D. Lgs. 50/2016, impiegato nel cantiere, il R.U.P. invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'appaltatore, a provvedere entro 15 (quindici) giorni. Decorso infruttuosamente il suddetto termine senza che sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta, l'Amministrazione Committente provvede alla liquidazione del certificato di pagamento di cui al comma 5, trattenendo una somma corrispondente ai crediti vantati dal personale dipendente, ai fini di cui all'articolo 52, comma 2 del presente Capitolato.

3) RITENUTA DI GARANZIA

L'appaltatore deve osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.

A garanzia di tale osservanza, è operata una ritenuta dello **0,50 per cento** sull'importo netto progressivo dei lavori.

Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il Responsabile del procedimento provvede a dare comunicazione agli Enti Previdenziali e Assicurativi, compresa la Cassa Edile.

Le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione del conto finale, dopo l'approvazione del collaudo provvisorio.

ART. 24

Sicurezza sul cantiere

ADEMPIMENTI PRELIMINARI IN MATERIA DI SICUREZZA

L'appaltatore deve trasmettere all'Amministrazione, ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al D.Lgs 81/2008, entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva e comunque prima della stipulazione del contratto o, prima della redazione del verbale di consegna dei lavori se questi sono iniziati nelle more della stipula del contratto:

- a) una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili;
- b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;
- c) ai fini dell'acquisizione d'ufficio del certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, dichiarazione attestante la propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;
- d) i dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC;
- e) il documento di valutazione dei rischi di cui al combinato disposto degli articoli 17, comma 1, lettera a), e 28, commi 1, 1-bis, 2 e 3, del Decreto 81/ 2008.
- f) dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o interdizione ex art.14 del D.Lgs 81/2008.

Entro gli stessi termini l'appaltatore deve trasmettere al coordinatore per l'esecuzione il nominativo e i recapiti:

- a) del proprio Responsabile del servizio prevenzione e protezione di cui all'articolo 31 del D.Lgs 81/ 2008;
- b) del proprio Medico competente di cui all'articolo 38 del D.Lgs 81/2008;
- c) l'accettazione del Piano di Sicurezza e di Coordinamento PSC, con le eventuali richieste di adeguamento o, in caso di mancanza del PSC, il Piano di Sicurezza Sostitutivo;
- d) il Piano Operativo di Sicurezza "POS" di seguito descritto.

Gli adempimenti di cui sopra devono essere assolti:

- a) dall'appaltatore, comunque organizzato anche nelle forme aggregate previste dall'art. 45 del D.Lgs. 50/2016, nonché, tramite questi, dai subappaltatori;
- b) dal consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure dal consorzio stabile, di cui all'articolo 45 comma 2, lettere b) e c) del D.Lgs. 50/2016, se il consorzio intende eseguire i lavori direttamente con la propria organizzazione consortile;
- c) dalla consorziata del consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure del consorzio stabile, che il consorzio ha indicato per l'esecuzione dei lavori, ai sensi degli articoli 48 comma 7 del D.Lgs. 50/2016, se il consorzio è privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; se sono state individuate più imprese consorziate esecutrici dei lavori gli adempimenti devono essere assolti da tutte le imprese consorziate indicate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite di una di esse appositamente individuata, sempre che questa abbia espressamente accettato tale individuazione;
- d) da tutte le imprese raggruppate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa mandataria, se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo di cui all'articolo 45, comma 2, lett. d) del D.Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del D.Lgs. 81/2008 è individuata nella mandataria, come risultante dell'atto di mandato;
- e) da tutte le imprese consorziate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa individuata con l'atto costitutivo o lo statuto del consorzio, se l'appaltatore è un consorzio ordinario di cui all'articolo 45, comma, 2 lett. e) del D.Lgs. 50/2016; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del D.Lgs. 81 /2008 è individuata con il predetto atto costitutivo o statuto del consorzio;
- f) dai lavoratori autonomi che prestano la loro opera in cantiere.

L'appaltatore deve assolvere gli adempimenti di cui sopra anche nel corso dei lavori ogni qualvolta nel cantiere operi una nuova impresa esecutrice o un lavoratore autonomo non previsti inizialmente.

PIANO DI SICUREZZA E DI COORDINAMENTO

L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte dell'Amministrazione Committente, ai sensi dell'articolo 100 del D.Lgs 81 /2008;

L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì:

- a) alle eventuali modifiche e integrazioni disposte autonomamente dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione in seguito a sostanziali variazioni alle condizioni di sicurezza sopravvenute alla precedente versione del piano di sicurezza e di coordinamento;
- b) alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

Se prima della stipulazione del contratto (a seguito di aggiudicazione ad un raggruppamento temporaneo di imprese) oppure nel corso dei lavori (a seguito di autorizzazione al subappalto o di subentro di impresa ad altra impresa raggruppata estromessa ai sensi dell'articolo 48, commi 17 o 18 del D.Lgs. 50/2016) si verifica una variazione delle imprese che devono operare in cantiere, il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione deve provvedere tempestivamente:

- a) ad adeguare il PSC, se necessario;
- b) ad acquisire i POS delle nuove imprese.

L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:

a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;

b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ha l'obbligo di pronunciarsi tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate dall'appaltatore; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore. Se entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronuncia:

a) nei casi di cui al comma 1, lettera a), le proposte si intendono accolte; l'eventuale accoglimento esplicito o tacito delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni in aumento o adeguamenti in aumento dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo;

b) nei casi di cui al comma 4, lettera b), le proposte si intendono accolte se non comportano variazioni in aumento o adeguamenti in aumento dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo, diversamente si intendono rigettate.

Nei casi di cui al comma 4, lettera b), nel solo caso di accoglimento esplicito, se le modificazioni e integrazioni comportano maggiori costi per l'appaltatore, debitamente provati e documentati, e se l'Amministrazione Committente riconosce tale maggiore onerosità, trova applicazione la disciplina delle varianti.

PIANO OPERATIVO DI SICUREZZA DELL'APPALTATORE E DELLE ULTERIORI IMPRESE IN CANTIERE

L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare al coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, il piano operativo di sicurezza "POS" per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. redatto ai sensi dell'art.89 del D. Lgs 81/2008 e con i contenuti minimi previsti dal decreto interministeriale 9 settembre 2014, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.

Il POS deve essere redatto anche da ciascuna ulteriore impresa operante nel cantiere e consegnato alla Amministrazione Committente, per il tramite dell'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori per i quali esso è redatto.

Ai sensi dell'art. 105, comma 17 del D.Lgs. 50/2016, l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza, redatti dalle imprese subappaltatrici o affidatarie di cottimi, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore.

Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del D. Lgs 81/2008, il POS non è necessario per gli operatori che si limitano a fornire materiali o attrezzature; restano fermi per i predetti operatori gli obblighi di cui all'art. 26 del citato D.Lgs 81 / 2008.

Il PSC ed il POS formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

Ai sensi dell'articolo 105, comma 14, ultimo periodo del D.Lgs. 50/2016, l'appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questi ultimi, degli obblighi di sicurezza.

Capo 6 - VARIAZIONI AL PROGETTO

ART. 25 Variazioni al contratto

Nessuna modificazione ai lavori appaltati può essere attuata ad iniziativa esclusiva dell'appaltatore e la violazione del divieto, salvo diversa valutazione del responsabile del procedimento, comporta l'obbligo dell'appaltatore di demolire a sue spese i lavori eseguiti in difformità, fermo che in nessun caso egli può vantare compensi, rimborsi o indennizzi per i lavori medesimi.

L'Amministrazione Committente si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti o modifiche che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che per questo l'appaltatore possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dall'articolo 106 del D.Lgs. 50/2016.

Ai sensi dell'articolo 106 comma 2 e comma 4, del D.Lgs. 50/2016, sono ammesse, nell'esclusivo interesse della Amministrazione Committente, le modifiche e varianti dei contratti di appalto, in aumento o in diminuzione, senza una nuova procedura di affidamento, purché ricorrano le condizioni previste dallo stesso.

Ai sensi dell'articolo 106 comma 1 del D.Lgs. 50/2016, è ammessa la modifica al contratto d'appalto disposta dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che non modificano qualitativamente l'opera e comunque finalizzati a garantire la sicurezza stradale, che sia contenuta entro un importo non superiore al **50% (cinquanta per cento)** dell'importo complessivo contrattuale e purché le modifiche introdotte non siano sostanziali ai sensi dell'art. 106, comma 4 del D. Lgs. 50/2016.

Ai sensi dell'articolo 106 del D.Lgs. 50/2016, comma 2, è altresì ammessa, la modifica al contratto d'appalto disposta dal direttore dei lavori che sia contenuta entro un importo non superiore al **15% (quindici per cento)** dell'importo complessivo contrattuale e purché le modifiche introdotte non alterino la natura complessiva del contratto ai sensi dell'art. 106, comma 4 del D. Lgs. 50/2016.

La perizia di variante, di modifica o per opere supplementari è accompagnata da un atto di sottomissione che l'appaltatore è tenuto a sottoscrivere in segno di accettazione. Ove necessario, in caso di variazioni in aumento, all'Appaltatore sarà accordato un termine suppletivo, commisurato al tempo necessario all'esecuzione dei lavori oggetto di variante.

Ai sensi dell'articolo 106, comma 2 del D.Lgs. n. 50/2016, se, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto posto a base di gara, si rendono necessarie varianti che sotto il profilo economico eccedono il 15% (quindici per cento) dell'importo originario del contratto o comunque per un importo suppletivo superiore alle soglie di rilevanza comunitaria, l'Amministrazione Committente procede alla risoluzione del contratto con indicazione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.

ART. 26 **Modifiche proposte dall'impresa**

L'impresa appaltatrice, durante il corso dei lavori può proporre al Direttore dei lavori eventuali modifiche migliorative, di sua esclusiva ideazione e progettazione qualora le stesse non siano sostanziali ai sensi dell'art. 106 D.Lgs comma 1, lettera e) e che non comportino un aumento dell'importo del contratto.

Possono formare oggetto di proposta le modifiche dirette a migliorare gli aspetti funzionali, nonché singoli elementi tecnologici o singole componenti del progetto, che non comportano riduzione delle prestazioni qualitative e quantitative stabilite nel progetto stesso e che mantengono inalterate il tempo di esecuzione dei lavori e le condizioni di sicurezza dei lavoratori.

La proposta dell'appaltatore, redatta in forma di perizia tecnica corredata anche degli elementi di valutazione economica, è presentata al direttore dei lavori che entro dieci giorni la trasmette al responsabile del procedimento unitamente al proprio parere. Il responsabile del procedimento entro i successivi trenta giorni, sentito il progettista, comunica all'appaltatore le proprie motivate determinazioni ed in caso positivo procede alla stipula di apposito atto di sottomissione.

ART. 27 **Aumento o Diminuzione dei lavori**

Indipendentemente dalle ipotesi di modifiche o varianti previste dall'articolo 106 del D.Lgs. 50/2016, l'Amministrazione Committente può sempre ordinare all'appaltatore l'esecuzione dei lavori in misura superiore o inferiore rispetto a quanto previsto nel presente Capitolato speciale d'appalto, nel limite del **20% (un quinto)** dell'importo di contratto, come previsto dal comma 12 del predetto decreto senza che nulla spetti all'appaltatore a titolo di indennizzo né che possa far valere il diritto alla risoluzione del contratto.

L'appaltatore è tenuto ad eseguire i variati lavori agli stessi patti, prezzi e condizioni del contratto originario.

Se la modifica o variante supera tale limite del 20% il responsabile del procedimento ne dà comunicazione all'appaltatore che, nel termine di dieci giorni dal suo ricevimento, deve dichiarare per iscritto se intende accettare la prosecuzione dei lavori e a quali condizioni: nei quarantacinque giorni successivi al ricevimento della dichiarazione l'Amministrazione Committente deve comunicare all'appaltatore le proprie determinazioni. Qualora l'appaltatore non dia alcuna risposta alla comunicazione del responsabile del procedimento si intende manifestata la volontà di accettare la variante agli stessi prezzi, patti e condizioni del contratto originario. Se l'Amministrazione Committente non comunica le proprie determinazioni nel termine fissato, si intendono accettate le condizioni avanzate dall'appaltatore.

Ai fini della determinazione del quinto, l'importo dell'appalto è formato dalla somma risultante dal contratto originario, aumentato dell'importo degli atti di sottomissione per varianti già intervenute, nonché dell'ammontare degli importi, diversi da quelli a titolo risarcitorio, eventualmente riconosciuti all'appaltatore.

Nel calcolo della determinazione del quinto d'obbligo non sono tenuti in conto gli aumenti, rispetto alle previsioni contrattuali, delle opere relative a fondazioni.

Tuttavia, ove le variazioni rispetto alle quantità previste superino il quinto dell'importo totale del contratto, l'appaltatore può chiedere un equo compenso per la parte eccedente.

La disposizione non si applica nel caso di variante per errore progettuale disposta ai sensi dell'articolo 106, comma 2 del D.Lgs. n. 50/2016.

ART. 28 **Danni di forza maggiore**

Saranno considerati danni di forza maggiore quelli provocati alle opere da eventi imprevedibili o eccezionali e per i quali l'Appaltatore non abbia trascurato le ordinarie precauzioni pertanto l'Appaltatore è tenuto a prendere tempestivamente tutte le misure preventive atte ad evitare tali danni o provvedere alla loro immediata eliminazione.

Qualora si verificano i danni di cui al precedente capoverso, questi devono essere denunciati alla Direzione Lavori, a pena di decadenza, entro il termine di 5 giorni da quello del verificarsi del danno. L'indennizzo per i danni è limitato all'importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione, valutati i prezzi ed alle condizioni di contratto, con esclusione dei danni e delle perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, di attrezzature di cantiere e di mezzi d'opera.

Nessun compenso sarà dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa o la negligenza dell'Appaltatore o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere.

L'Appaltatore non potrà, sotto nessun pretesto, sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato fino all'esecuzione dell'accertamento dei fatti.

Art. 29
Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'Elenco Prezzi contrattuale.

Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale non siano previsti prezzi per la valutazione delle variazioni, si procede alla formazione di Nuovi Prezzi mediante apposito verbale di concordamento. I nuovi prezzi sono desunti in ordine di priorità:

- dal prezzario di Regione Lombardia vigente al momento dell'offerta di gara;
- dal prezzario Nuove opere ANAS vigente al momento dell'offerta di gara;
- ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili compresi nel contratto;
- ricavandoli parzialmente o totalmente da nuove Analisi Prezzi effettuate con riferimento ai prezzi elementari di mano d'opera, materiali e noli e trasporti vigenti al momento dell'offerta di gara applicando al medesimo una percentuale in aumento pari al 13,50% per spese generali e aggiungendo infine, al prodotto così ottenuto, una percentuale pari al 10% per gli utili d'impresa;

Tutti i prezzi, sia quelli desunti dai citati listini, sia quelli determinati mediante apposite analisi, saranno soggetti all'applicazione del ribasso contrattuale con le stesse modalità previste per i prezzi contrattuali.

Capo 7- SUBAPPALTO

ART. 30
Subappalto e sub-affidamenti

Il subappalto è ammesso alle condizioni di cui all'articolo 105 del D.Lgs. 50/2016 e nel limite del 40 % dell'importo contrattuale.

Per i lavori di cui all'[articolo 89, comma 11](#) del D.Lgs. 50/2016 (S.I.O.S) e fermi restando i limiti previsti dal medesimo comma, a seguito agg. del D.L. 18 aprile 2019, n. 32, l'eventuale subappalto non può superare il 30% per cento dell'importo di tali lavori e non può essere, senza ragioni obiettive, essere suddiviso.

L'affidamento in subappalto o in cottimo, è consentito previa autorizzazione dell'Amministrazione, alle seguenti condizioni:

- a) sia relativo alla categoria o le categorie di lavori per le quali il bando ammette il subappalto;
- b) l'Appaltatore all'atto dell'offerta di gara (ovvero l'affidatario, nel caso di varianti in corso d'opera, all'atto dell'affidamento) abbia indicato i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo;
- c) l'Appaltatore trasmetta all'Amministrazione Committente il contratto di subappalto almeno venti giorni prima dalla data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni;
- d) che l'affidatario del subappalto o del cottimo sia in possesso dei requisiti previsti dalla normativa vigente in materia di qualificazione delle imprese, in relazione alla categoria e all'importo dei lavori da realizzare in subappalto o in cottimo;
- e) l'Appaltatore trasmetta all'Amministrazione Committente la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'articolo 2359 del codice civile, con l'impresa alla quale è affidato il subappalto o il cottimo; in caso di raggruppamento temporaneo, società di imprese o consorzio, analoga dichiarazione dev'essere fatta da ciascuna delle imprese partecipanti al raggruppamento, società o consorzio;
- e) l'Appaltatore trasmetta all'Amministrazione Committente la dichiarazione del subappaltatore, rilasciate ai sensi degli articoli 46 e 47 del d.P.R. n. 445 del 2000, attestante il possesso dei requisiti di ordine generale e assenza delle cause di esclusione di cui all'articolo 80 del D.Lgs. n. 50/2016;
- f) che non sussista nei confronti del subappaltatore, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 67 del D.Lgs 159 /2011, a tale scopo:
 - acquisizione dell'informazione antimafia di cui all'articolo 91, comma 1, lettera 39 c), del decreto legislativo n. 159 del 2011, se l'importo del contratto di subappalto è superiore ad euro 150.000,00;
 - accertamento che l'impresa subappaltatrice non è in una delle situazioni indicate dagli articoli 84, comma 4, o 91, comma 7, del decreto legislativo n. 159 del 2011.
- g) accertamento della regolarità del DURC del subappaltatore, acquisita dall'Amministrazione Committente.

Il subappalto, nel rispetto delle condizioni di cui sopra, deve essere preventivamente autorizzato, entro 30 giorni dalla richiesta, dall'Amministrazione Committente a cura del Dirigente competente con proprio idoneo atto, fermo restando, comunque, che l'Appaltatore è unico responsabile dei lavori affidati in subappalto. Tale termine viene ridotto a 15 giorni per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a euro 100.000.

Trascorsi questi termini, si forma il "silenzio-assenso" e l'autorizzazione si intende concessa anche senza un apposito provvedimento.

L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:

- a) l'appaltatore deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20% (venti per cento), nel rispetto degli standard qualitativi e prestazionali previsti nel contratto di appalto e deve altresì corrispondere alle imprese subappaltatrici i costi della sicurezza e della manodopera, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, senza alcun ribasso, ai sensi dell'articolo 105 comma 14 del D.Lgs. 50/2016;

b) se al subappaltatore sono affidati, in tutto o in parte, gli apprestamenti, gli impianti o le altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008 connessi ai lavori in subappalto, i relativi oneri per la sicurezza sono pattuiti al prezzo originario previsto dal progetto, senza alcun ribasso; l'Amministrazione Committente, per il tramite del direttore dei lavori e sentito il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione;

c) nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi;

d) le imprese subappaltatrici devono osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori e sono responsabili, in solido con l'appaltatore, dell'osservanza delle norme anzidette nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto;

e), l'appaltatore deve trasmettere all'Amministrazione Committente prima dell'inizio dei lavori in subappalto la seguente documentazione fornita da ogni impresa subappaltatrice:

e.1) avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici;

e.2) copia del Piano Operativo di Sicurezza in coerenza con il PSC ed il POS elaborato dall'impresa appaltatrice

Nel contratto di subappalto, devono pertanto risultare, pena rigetto dell'istanza o revoca dell'autorizzazione eventualmente rilasciata:

- se al subappaltatore sono affidati parte degli apprestamenti, degli impianti o delle altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al D.Lgs 81/ 2008, le relative specificazioni e quantificazioni economiche in coerenza con i costi di sicurezza previsti dal PSC;

- l'inserimento delle clausole ai sensi dell'articolo 3, commi 1 e 9, della legge n. 136 del 2010, pena la nullità assoluta del contratto di subappalto;

- l'individuazione delle categorie di lavoro, tra quelle previste dagli atti di gara con i relativi importi, al fine della verifica della qualificazione del subappaltatore e del successivo rilascio del Certificato di Esecuzione Lavori di cui all'articolo 83 del Regolamento generale;

- l'individuazione delle lavorazioni affidate, con i riferimenti alle lavorazioni previste dal contratto, distintamente per la parte a corpo e per la parte a misura;

- l'elenco dei prezzi unitari, l'importo del costo della manodopera (comprensivo degli oneri previdenziali) e degli oneri per la sicurezza o comunque quanto necessita alla Amministrazione committente, al RUP e alla Direzione Lavori per la verifica preliminare e in corso d'opera del rispetto delle categorie di lavoro, dei corrispettivi minimi e del ribasso applicato di cui al comma 4, lettere a) e b) e comma 14 dell'art.105 del D.Lgs. 50/2016;

Le presenti disposizioni si applicano anche ai raggruppamenti temporanei di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili.

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

Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi dell'articolo 1456 del codice civile con la conseguente possibilità, per l'Amministrazione Committente, di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste dalla normativa vigente.

SUB-CONTRATTI/ SUBAFFIDAMENTI

I sub-affidamenti che non costituiscono subappalto, tra cui l'affidamento di attività specifiche a lavoratori autonomi, devono essere comunicati all'Amministrazione Committente e al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, entro il giorno feriale antecedente all'ingresso in cantiere dei soggetti sub-affidatari. L'appaltatore deve comunicare il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto e l'oggetto del lavoro affidato ed è inoltre, tenuto a presentare all'Amministrazione Committente la seguente documentazione:

- dichiarazione del subaffidatario attestante la conformità delle macchine e delle attrezzature utilizzate, allegando per ciascuna di esse copia del libretto di circolazione e dell'assicurazione;

- elenco del personale autorizzato ad accedere al cantiere;

- dichiarazione attestante il rispetto della normativa in materia di sicurezza e salute dei lavoratori;

- dichiarazione del subaffidatario, in ottemperanza agli obblighi di tracciabilità previsti dall'art. 3 del D.Lgs. 136/2010.

L'appaltatore è, altresì, obbligato a comunicare alla Amministrazione Committente eventuali modifiche a tali informazioni avvenute nel corso del sub-contratto.

DISTACCO

Se l'appaltatore intende avvalersi della fattispecie disciplinata dall'articolo 30 del decreto legislativo 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.

Art. 31. Pagamento dei subappaltatori

L'Amministrazione Committente in generale non corrisponde direttamente ai subappaltatori e ai cottimisti l'importo dei lavori da loro eseguiti ma effettua i pagamenti al solo appaltatore.

L'appaltatore è obbligato a trasmettere all'Amministrazione, tempestivamente e comunque entro 20 (venti) giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subcontraenti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate.

Qualora l'appaltatore non provveda entro il predetto termine, l'Amministrazione Committente può imporgli di adempiere alla trasmissione entro 10 (dieci) giorni, con diffida scritta e, in caso di ulteriore inadempimento, comunicare la sospensione dei pagamenti delle rate di acconto o di saldo. Dimostrandosi l'appaltatore inadempiente, la Amministrazione Committente provvederà a corrispondere direttamente al subappaltatore l'importo dovuto per le prestazioni dallo stesso eseguite ai sensi dell'art. 105, comma 13, lett. b) del D.Lgs. 50/2016 .

L'Amministrazione Committente provvede a corrispondere direttamente al subappaltatore o al cottimista l'importo dei lavori dallo stesso eseguiti solo nei casi di cui all'art. 105, comma 13 del del D.Lgs. 50/2016:

- a) qualora il subappaltatore o il cottimista sia una microimpresa o piccola impresa come definite dall'art. 3, comma 1, lett. aa) del D.Lgs.50/2016;
- b) in caso di inadempimento da parte dell'Appaltatore;
- c) su richiesta del subappaltatore e qualora la natura del contratto lo consenta.

Nel caso di pagamento diretto di cui al comma precedente, è obbligo dell'Appaltatore comunicare alla Amministrazione Committente tempestivamente e comunque entro 20 (venti) giorni dall'emissione di ciascun stato di avanzamento, una comunicazione che indichi la parte dei lavori o forniture eseguite in sub-contratto, specificando i relativi importi e la proposta motivata di pagamento.

il pagamento diretto a favore dei subappaltatori è comunque in ogni caso subordinato:

- a) all'emissione dello Stato di avanzamento, a termini di contratto, dopo il raggiungimento dell'importo dei lavori eseguiti e contabilizzati previsto dal Capitolato Speciale d'appalto;
- b) alla condizione che l'importo richiesto dal subappaltatore, non ecceda l'importo dello Stato di avanzamento e, nel contempo, sommato ad eventuali pagamenti precedenti, non ecceda l'importo del contratto di subappalto depositato agli atti della Amministrazione Committente;

Capo 8 - CONTROVERSIE

ART. 32 Risoluzione del contratto

L'Amministrazione Committente può procedere con la risoluzione del contratto al verificarsi delle condizioni definite dall'art.108 del D.Lgs. 50/2016. La risoluzione è disposta dall'Amministrazione Committente su proposta del Responsabile del Procedimento secondo le modalità operative disciplinate dall'articolo sopracitato.

ART. 33 Procedura d'interpello – Fallimento dell'esecutore o risoluzione del contratto per grave inadempimento dell'esecutore

In caso di fallimento dell'appaltatore, di risoluzione o del contratto e per le altre fattispecie previste dall'art. 110 del D.Lgs 50/2016, l'Amministrazione Committente interpella progressivamente i soggetti che hanno partecipato alla originaria procedura di gara, risultanti dalla relativa graduatoria, al fine di stipulare un nuovo contratto per l'affidamento del completamento dei lavori.

Si procede all'interpello a partire dal soggetto che ha formulato la prima migliore offerta, escluso l'originario aggiudicatario.

L'affidamento avviene alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede di offerta.

ART. 34 Recesso dal contratto

L'Amministrazione, secondo le modalità operative previste dall'art. 109 del D.Lgs 50/2016 ha diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre al decimo delle opere non eseguite.

Qualora la consegna avvenga in ritardo, cioè superi la metà del termine utile contrattuale o comunque sei mesi complessivi, per fatto o colpa della Amministrazione Committente, l'Appaltatore può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso, l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché di quelle effettivamente sostenute e documentate.

ART. 35
Riserve - Accordo bonario – Controversie

RISERVE

Ai sensi dell'art. 9 del DM MIT 49/2018 si definisce la seguente disciplina per la gestione delle riserve:

1. Il registro di contabilità è firmato dall'esecutore, con o senza riserve, nel giorno in cui gli viene presentato.
2. Nel caso in cui l'esecutore, non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di quindici giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.
3. Se l'esecutore, ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della stessa, egli esplica, a pena di decadenza, nel termine di quindici giorni, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre di compenso cui crede aver diritto, e le ragioni di ciascuna domanda.
4. Il direttore dei lavori, nei successivi quindici giorni, espone nel registro le sue motivate deduzioni. Se il direttore dei lavori omette di motivare in modo esauriente le proprie deduzioni e non consente alla stazione appaltante la percezione delle ragioni ostative al riconoscimento delle pretese dell'esecutore, incorre in responsabilità per le somme che, per tale negligenza, la stazione appaltante dovesse essere tenuta a sborsare.
5. Nel caso in cui l'esecutore non ha firmato il registro nel termine di cui al comma 2, oppure lo ha fatto con riserva, ma senza esplicitare le sue riserve nel modo e nel termine sopraindicati, i fatti registrati si intendono definitivamente accertati, e l'esecutore decade dal diritto di far valere in qualunque termine e modo le riserve o le domande che ad essi si riferiscono.
6. Ove per qualsiasi legittimo impedimento non sia possibile una precisa e completa contabilizzazione, il direttore dei lavori può registrare in partita provvisoria sui libretti, e di conseguenza sugli ulteriori documenti contabili, quantità dedotte da misurazioni sommarie. In tal caso l'onere dell'immediata riserva diventa operante quando in sede di contabilizzazione definitiva delle categorie di lavorazioni interessate vengono portate in detrazione le partite provvisorie.
7. L'esecutore, è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.
8. Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate.
9. Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore, ritiene gli siano dovute.
10. La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

Per la definizione delle controversie si applicheranno gli artt. 205 (accordo bonario), 208 (transazione), e 211 (parere di precontenzioso ANAC) del D.LGS. n.50/2016.

E' esclusa la clausola compromissoria di cui all'art. 209 del D.Lgs.50/2016.

Esperita con esito negativo la procedura di cui sopra la competenza a conoscere eventuali controversie derivanti dal contratto di appalto spetta, ai sensi dell'art. 20 del Codice di Procedura Civile, al giudice del luogo dove il contratto è stato stipulato.

Capo 9 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

ART. 36
Conto finale

Ai sensi dell'art.200 del D.P.R. n° 207/2010, il conto finale verrà compilato entro 60 giorni dalla data d'ultimazione dei lavori.

ART. 37
Collaudo lavori – Norme di garanzia della qualità

Il collaudo finale ai sensi dell'art. 102 del D.Lgs. 50/2016. dovrà avere luogo entro 6 mesi dalla data di ultimazione dei lavori, fatto salvo i lavori di particolare complessità i lavori. Sino a che non sia intervenuto il collaudo provvisorio delle opere, la manutenzione delle stesse deve essere fatta a cure e spese dell'Impresa.

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e assume carattere definitivo decorsi due anni dalla sua emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia stato emesso entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine. In tale periodo, salve le maggiori responsabilità sancite all'art.1669 del codice civile, l'Impresa è garante delle opere e delle forniture eseguite, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari, ove l'Impresa non procedesse nei termini prescritti dalla Direzione dei lavori con invito scritto, si procederà d'ufficio e la spesa andrà a debito dell'Impresa stessa.

Resta facoltà dell'Amministrazione, ricorrendone i presupposti, sostituire il certificato di collaudo con quello di regolare esecuzione, da emettere entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori, pur restando confermati gli obblighi di manutenzione in capo all'appaltatore.

Per le disposizioni, la visita ed il procedimento del collaudo dei lavori valgono tutte le disposizioni contenute nel titolo X del D.P.R. n° 207/10.

All'esito positivo del collaudo o della verifica di conformità il responsabile unico del procedimento rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'appaltatore. Il certificato di pagamento è rilasciato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'[articolo 1666, secondo comma, del codice civile](#).

L'operatore economico attesta l'ottemperanza alle norme in materia di garanzia della qualità mediante la presentazione di certificati rilasciati da organismi indipendenti che fanno riferimento a sistemi di assicurazione della qualità basati sulle serie di norme europee in materia e certificati da organismi conformi alle serie delle norme europee relative alla certificazione. A tal fine vengono riconosciuti i certificati equivalenti rilasciati da organismi stabiliti in altri Stati membri.

ART. 38 Presa in consegna anticipata

L'Amministrazione Committente si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche nelle more della conclusione delle operazioni di collaudo, senza che l'appaltatore possa opporsi o richiedere compensi.

Si procederà con le modalità e con l'apposito Verbale definiti all'art.230 del D.P.R. n° 207/10.

Capo 10 - ALTRI ONERI E OBBLIGHI DELL'APPALTATORE

ART. 39 Espropri

L'Amministrazione Committente provvederà a sue cure e spese agli espropri per le occupazioni permanenti relative alle opere da eseguirsi. L'Impresa provvederà invece a sue cure e spese a tutte le occupazioni temporanee e definitive che si rendessero necessarie per strade di servizio, per accessi ai vari cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, per la scarica dei materiali indicati utilizzabili dalla Direzione dei lavori, per cave di prestito e per tutto quanto è necessario all'esecuzione dei lavori.

ART. 40 Responsabilità, oneri ed obblighi diversi a carico dell'appaltatore

L'Appaltatore manleva la l'Amministrazione Comunale sollevandola sin d'ora integralmente dalla responsabilità solidale di cui all'art. 7, comma 3-bis, del D.Lgs. 626/94, come introdotto dall'art. 1, comma 910, della L.27.12.2006, n. 296, per tutti i danni per i quali il lavoratore dipendente dall'Appaltatore o dal subappaltatore non risulti indennizzato dall'INAIL e si impegna a farsi carico di ogni e qualsiasi onere conseguente a pretese risarcitorie dei suoi dipendenti o dei dipendenti del subappaltatore per tale causale.

Oltre agli oneri di cui al D.P.R. n° 207/10 e gli altri specificati nel presente Capitolato speciale, saranno ulteriormente a carico dell'Appaltatore e già compensati dai prezzi unitari delle singole lavorazioni e/o dall'importo degli Oneri per la sicurezza di cui al D.Lgs. 81/08 le seguenti prescrizioni:

CANTIERE DI LAVORO

- La Formazione di cantiere attrezzato in maniera adeguata alla entità dell'opera da eseguire, su un'area appositamente destinata e messa a disposizione dall'Amministrazione Committente d'intesa con l'appaltatore, con il rispetto di tutte le indicazioni contenute nel piano delle misure per la sicurezza e dei vigenti regolamenti in materia e comprendente:
- La segnaletica orizzontale, verticale e luminosa prevista dal Codice Della Strada sui cantieri temporanei di lavoro realizzati sulla sede stradale;
- la recinzione che dovrà avere caratteristiche rispondenti alle vigenti norme in materia di sicurezza ed essere provvista delle necessarie segnalazioni diurne e notturne;
- tutti gli impianti e le attrezzature occorrenti per la perfetta e rapida esecuzione delle opere da appaltare;
- gli allacciamenti provvisori alla rete cittadina di distribuzione dell'acqua e dell'energia elettrica;
- la sistemazione e la pulizia della strada di accesso e delle strade interne limitrofe in modo da rendere sicuro il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone; il cantiere dovrà svilupparsi con il minimo ingombro possibile e comunque con la minima interruzione di pubblico transito sulle strade che dovranno essere concordate con la Direzione Lavori, previo parere degli uffici comunali responsabili del pubblico traffico ed occupazione suolo pubblico;
- i necessari movimenti di terra e inghiaimento dell'area di cantiere;
- Tutte le pratiche e gli oneri per l'occupazione temporanea e definitiva delle aree pubbliche o private occorrenti per le strade di servizio per l'accesso ai vari cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, per cave di prestito, per scariche di materiali dichiarati inutilizzabili dalla Direzione dei lavori, per cave e per tutto quanto occorre all'esecuzione dei lavori;
- La costruzione e manutenzione, qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, di uno o più locali attrezzati ad uso ufficio del personale e di direzione ed assistenza lavori. I locali dovranno essere muniti di illuminazione e, se necessario, di riscaldamento;
- L'approntamento dei necessari locali di cantiere che dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici e di idoneo smaltimento dei liquami, per uso del personale addetto ai lavori;
- La recinzione e chiusura verso gli spazi aperti al pubblico dei luoghi dove si svolgeranno i lavori nonché protezione sempre verso tali spazi soprattutto per evitare il diffondersi delle polveri;

- Il contenimento del livello di inquinamento acustico entro i limiti imposti dalla legislazione vigente
- La custodia diurna e notturna dei cantieri e la buona conservazione di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose della Amministrazione Committente e dei materiali consegnati all'appaltatore.
- La pulizia quotidiana dei cantieri e delle vie di transito del cantiere, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte;
- La costruzione di eventuali passerelle, accessi, canali e comunque tutte le opere provvisorie occorrenti per mantenere i passaggi pubblici e privati e la continuità dei corsi d'acqua;
- La fornitura e posa in opera nei cantieri di lavoro di un cartellone metallico o plastificato di simile durabilità dim. 150*300 cm contenenti tutte le informazioni relative alle opere in corso di esecuzione secondo lo schema fornito dalla direzione dei lavori, nonché per lavori interessanti la sede stradale di due tabelloni di cantiere a sfondo giallo previsto dal Codice Della Strada;
- Lo sgombero, a lavori ultimati, di ogni opera provvisoria, detriti, smontaggio di cantiere, ecc., entro il termine fissato dalla D.L.;

SUPPORTO ALLA DIREZIONE LAVORI ED AL COLLAUDATORE

- La comunicazione del nominativo del Direttore di Cantiere, che deve essere in possesso delle competenze di legge in rapporto al tipo e alla natura delle opere da eseguire, a cura dell'Impresa alla Direzione dei lavori all'atto della consegna dei lavori;
- La fornitura di tutti il necessario personale, attrezzi e strumenti per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica, contabilità e collaudo dei lavori
- La spesa per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, del numero e dimensioni che saranno volta per volta indicati dalla Direzione;
- L'uso anticipato delle strade che venissero richiesti dalla Direzione dei Lavori, senza che l'appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Esso potrà, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potessero derivare ad esse;
- La trasmissione al giorno 30 di ogni mese alla Direzione dei lavori, l'ammontare netto dei lavori eseguiti nel mese ed il relativo numero delle giornate operaio impiegate;
- La trasmissione di tutte le certificazioni ritenute necessarie dalla Direzione Lavori relative alle opere ed agli impianti realizzati;
- Il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso di esecuzione, alle persone addette a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto della amministrazione, nonché, a richiesta della direzione dei lavori;
- L'esecuzione, di tutte le esperienze ed assaggi, che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione;
- Il prelievamento dei campioni e l'esecuzione delle prove di laboratorio sui materiali o sui lavori, da eseguirsi presso gli istituti che verranno indicati dalla Direzione Dei Lavori; ad esclusione delle prove obbligatorie previste dal CSA o dalle normative tecniche vigenti a carico dell'Amministrazione Committente.
- Le spese per le operazioni di collaudo ed apprestamento dei carichi di prova, statica e dinamica, solo escluso l'onorario per i collaudatori;

RAPPORTI CON LA SOCIETÀ ASSICURATRICE DANNI DI ESECUZIONE E RESPONSABILITÀ CIVILE TERZI

L'impresa appaltatrice dovrà adempiere a tutti gli adempimenti previsti dal Decreto 12 marzo 2004, n. 123 e in particolare dovrà:

- fornire alla società assicuratrice, ai sensi dello schema tipo 2.3, copia del capitolato speciale d'appalto, copia del contratto o verbale di aggiudicazione;
- comunicare alla società assicuratrice, di cui al punto precedente, eventuali lavori subappaltati e le imprese subappaltatrici, tutte le variazioni relative a nuovi prezzi, perizie suppletive, lavori aggiuntivi, variazioni del progetto originari, interruzioni e sospensioni dei lavori di durata superiore ai 15 giorni consecutivi;
- interdire al pubblico e segnalare in modo visibile il luogo di esecuzione delle opere;
- che i lavori eseguiti su manufatti in aderenza coinvolgenti strutture portanti o sottomurazioni vengano eseguiti dopo la presentazione, a cura dell'impresa, alla società assicuratrice dello stato documentato degli stessi antecedente l'inizio dei lavori;

Qualora l'impresa non ottemperi ad una qualsiasi prescrizione di cui al Decreto n. 123/2004 o ad un obbligo previsto dal capitolato, nel caso di decadenza o inefficacia delle polizze assicurative e/o fidejussorie, sarà direttamente responsabile di eventuali danni patrimoniali e non patrimoniali, diretti o indiretti, causati all'ente o a terzi;

ONERI GENERALI

- La riparazione dei danni di qualsiasi genere che si verificassero negli scavi, nei rinterrati, alle provviste, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisorie;
- Il risarcimento degli eventuali danni che in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori, fossero arrecati a proprietà pubbliche o private nonché a persone, restando liberi ed indenni l'Amministrazione Committente ed il suo personale;
- Ogni più ampia responsabilità, sia civile che penale, in caso di infortuni, di danni e di incidenti, ricadrà pertanto sull'Appaltatore, restandone sollevati nella forma più ampia, per patto espresso, l'Amministrazione, il personale da questa incaricati dell'alta sorveglianza e della Direzione dei lavori, ed il personale preposto da tale Direzione e dall'Amministrazione Committente alla sorveglianza dei lavori;

- Tutte le incombenze espressamente, escluse dai compiti del Direttore dei Lavori, relative alla gestione del cantiere, alla sorveglianza delle maestranze, alla materiale esecuzione, manutenzione e funzionamento delle opere provvisorie e dei mezzi d'opera di qualunque genere; ed all'attuazione dei mezzi di protezione, di segnalazione di pericolo e di divieto di transito previsti dal Codice della Strada ed in genere di tutte le cautele necessarie per evitare nel modo più assoluto danni, infortuni ed incidenti agli operai, ai terzi ed alle cose di terzi, e per garantire l'incolumità del traffico; incombenze che sono e dovranno rimanere di esclusiva competenza e responsabilità dell'Appaltatore, il quale assume in proprio, od a mezzo di suo diretto rappresentante, la direzione tecnica del cantiere, e ciò anche a tutti gli effetti delle sopracitate norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, in modo che le conseguenze, sia civili che penali della mancata scrupolosa osservanza delle norme stesse e della mancata attuazione dei mezzi di protezione e delle cautele di cui sopra, ricadranno unicamente sull'Appaltatore, restando completamente sollevati da ogni responsabilità il personale incaricato dal Committente dell'alta sorveglianza e della Direzione dei lavori, ed il personale da essa dipendente preposto alla sorveglianza dei lavori;
- Tutti i materiali di rifiuto generati dovranno essere raccolti separatamente secondo i criteri della raccolta differenziata e dovranno essere avviati a regolare recupero e/o smaltimento.
- L'osservanza delle norme in applicazione della vigente legge sulla polizia mineraria di cui al D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128;
- La conservazione e consegna all'Amministrazione Committente degli oggetti di valore intrinseco, archeologico e storico, che eventualmente si rinvenissero durante l'esecuzione dei lavori, che spettano di diritto allo Stato o altri Enti;
- Il divieto, salvo esplicita autorizzazione scritta della Direzione dei lavori, di dare o autorizzare terzi alla pubblicazione di notizie, disegni o fotografie delle opere oggetto dell'appalto;

OSSERVANZA DI LEGGI E REGOLAMENTI

L'Impresa, oltre a quanto previsto dal presente Capitolato Speciale, è tenuta all'osservanza delle seguenti norme e disposizioni, che s'intendono qui richiamate:

1. D. Lgs. 50 / 2016 e smi;
2. Regolamento recante il Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori Pubblici, approvato con Decreto 19 aprile 2000, n. 145, pubblicato sulla Gazz. Uff. 7.6.2000, n. 131 *per le parti ancora in vigore*;
3. D.P.R. 05.10.2010, n. 207 "Regolamento di attuazione del codice dei contratti *per le parti ancora in vigore*;
4. Legge 12 marzo 1999, n. 68 "Norme per il diritto al lavoro dei disabili";
5. D. Lgs. 18.8.2000, n. 267, "Testo Unico Enti Locali";
6. D.M.14.01.2008 riguardante le norme tecniche per le costruzioni in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
7. D.L.vo 42/2004 Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali;
8. D.L.vo 152/2006 – Codice dell'Ambiente;
9. D.L.vo 81/2008 – Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

PARTE 2

SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Capo A) SCAVI E DEMOLIZIONI

ART. 41

Demolizione di pavimentazione esistente realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera o parziale sovrastruttura deve essere effettuata con impiego di adeguate attrezzature quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, scarificatori o ripper, ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

L'uso di un dispositivo taglia-asfalti è obbligatorio prima della demolizione e/o asportazione degli strati di conglomerato bituminoso che compongono la pavimentazione.

Le pareti dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolamenti.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire dovranno essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare, pulire ed eventualmente compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla lavorazione dello strato misto cementato.

ART. 42

Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, perfettamente efficienti e funzionanti munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, dotate di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature risultanti non idonee qualora ne ravvisasse l'inefficienza, con particolare riguardo allo stato di efficienza dei "denti" della fresa, poiché non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata, tra cresta e gola di 0,50cm.

La superficie dello scavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, pulita e priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. La rimozione dovrà essere effettuata anche a ridosso di cordoli, telai di chiusini od altri manufatti utilizzando se necessario anche mezzi ridotti o manuali.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito e asciutto.

Le operazioni di scarifica dovranno altresì consentire che il materiale fresato risultante sia idoneo per lo stoccaggio e il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

Il materiale fresato resta di proprietà dell'impresa che dovrà gestire il materiale in modo da rendere possibile il suo riciclaggio.

Capo B) SOTTOFONDAZIONI E FONDAZIONI

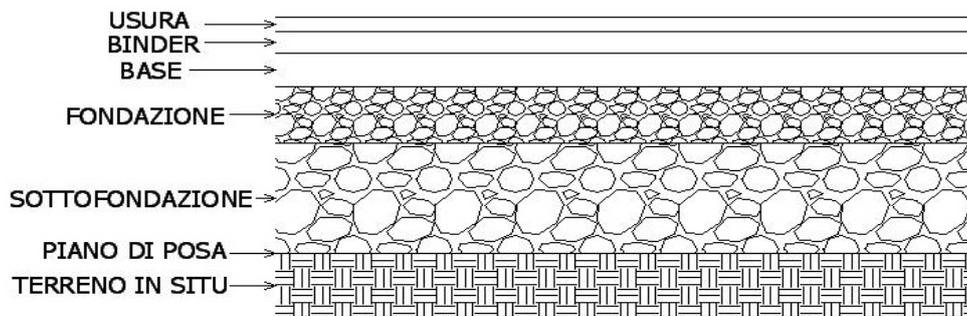
ART. 43

Qualità e tipologia d'utilizzo

La sottofondazione è lo strato inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (piano di posa della sovrastruttura stradale), che ha la funzione strutturale di supporto degli strati sovrastanti.

La fondazione è lo strato intermedio della sovrastruttura, che svolge funzioni di supporto per gli strati più superficiali in conglomerato bituminoso.

La seguente figura illustra schematicamente la sovrapposizione degli strati in oggetto all'interno della sovrastruttura stradale:



Per ogni intervento gli spessori di ogni strato dovranno essere assegnati dalla D.L..

Prima di procedere con la stesa degli strati in oggetto, il piano di posa della sovrastruttura stradale dovrà raggiungere un'adeguata compattazione da definire unicamente con la D.L..

Nella seguente tabella, oltre alla sottofondazione, sono riportati i tipi di fondazione realizzabili:

DESCRIZIONE	TIPO	MATERIALI	STRATO
RILEVATO	NON LEGATO	Aggregati lapidei naturali e riciclati	SOTTOFONDAZIONE
MISTO GRANULARE	NON LEGATO	Aggregati lapidei naturali e riciclati	FONDAZIONE
MISTO GRANULARE CEMENTATO	LEGATO	Aggregati lapidei naturali e cemento	FONDAZIONE
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO	LEGATO	Conglomerato bituminoso fresato, bitume schiumato e cemento	FONDAZIONE
CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA	LEGATO	Conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento	FONDAZIONE

I materiali utilizzati per la formazione delle sottofondazioni e fondazione stradali dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalla Norme armonizzata UNI EN 13242: "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

I materiali riciclati dalle demolizioni dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale (Ambiente) 8 maggio 2003, n° 203 (Utilizzo di materiale riciclato);
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, n° 22 (Procedure di recupero dei rifiuti non pericolosi).

L'Impresa è tenuta a presentare lo studio preliminare della miscela che intende utilizzare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno 7 giorni prima) e per ogni cantiere di produzione.

La D.L. si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente allo studio preliminare approvato dalla D.L..

ART. 44 **Sottofondazione**

a) Descrizione

Lo strato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le qualità fisico-meccaniche (per tale motivo il materiale in oggetto viene anche indicato come misto granulare stabilizzato granulometricamente).

L'obiettivo della lavorazione è quello di realizzare uno strato di base non legato per la successiva stesa degli strati superiori in conglomerato bituminoso.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Il materiale per lo strato di sottofondazione è costituito da miscele di terre non legate stabilizzate granulometricamente.

Gli aggregati devono essere conformi alla Norma UNI EN 13242 con Marcatura CE a Livello 2+.

INERTI

Aggregato grosso ($d \geq 2 \text{ mm}$ e $D \leq 125 \text{ mm}$)

L'inerte in oggetto è costituito in prevalenza da elementi ricavati da frantumazione o materiale lapideo ritenuto idoneo dalla D.L., proveniente da frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati.

Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino conformi ai requisiti indicati nella seguente tabella:

PARAMETRO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA UNI EN 13242
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	≤ 125	-
Resistenza alla frammentazione (LA)	UNI EN 1097-2	%	-	LA ₄₀
Micro Deval Umida (M _{DE})	UNI EN 1097-1	%	-	M _{DE} 30
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	-	C _{50/30}
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	%	-	F ₂

Aggregato fine (d_g ≥ 0,063mm e D_g ≤ 2mm)

L'inerte in oggetto deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

PARAMETRO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA UNI EN 13242
Blu di metilene	UNI EN 933-9	%	MB _F 25	MB _F 25
Indice di plasticità	UNI CEN ISO / TS 17892-12	%	N.P.	-
Limite liquido	UNI CEN ISO / TS 17892-12	%	≤ 30	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 13285	%	≤ 15	-

c) Caratteristiche della miscela

Il materiale da impiegarsi, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) granulometria compresa nel fuso successivo e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
125	100
80	80 - 100
63	60 - 95
31,5	50 - 85
20	35 - 65
8	25 - 55
4	15 - 40
2	10 - 25
0,5	5 - 15
0,063	0 - 10

- b) la dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 mm ed il passante al setaccio 0,5 mm deve essere inferiore a 2/3;

Per forniture maggiori di 1000 m³, l'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della sottofondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

L'indice CBR deve rispettare il seguente requisito:

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Portanza CBR	UNI EN 13286-47	%	> 50 (*)

(*) sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento (origine e composizione dei misti granulari), le modalità di produzione, nonché le dichiarazioni di conformità CE (che verranno allegate alla documentazione di attestazione del controllo del processo) dovranno essere documentati e presentati alla D.L. per ogni cantiere entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto le modalità di posa in opera che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata nella realizzazione.

I requisiti di accettazione potranno essere accertati dalla D.L. con controlli sia preliminari sia in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento, per interventi almeno di 500 m³.

d) Preparazione

Dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, il misto granulare non legato dovrà essere steso in opera per strati di spessore non inferiore a 30 cm.

e) Posa in opera

Il piano di posa in opera dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di compattezza previsti in progetto ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore compreso non superiore a 50 cm e non inferiore a 30 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

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

Qualora lo strato posato in opera non sia interessato immediatamente da lavorazioni successive, il medesimo dovrà essere protetto da precipitazioni atmosferiche e gelo.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Al termine delle operazioni di addensamento la D.L. procederà con i controlli in sito rispettando i procedimenti e verificando i requisiti richiesti in conformità a quanto riportato nella seguente tabella.

PARAMETRO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto al valore Proctor AASHTO)	DIN 18125 UNI EN 13286-2	%	> 95 (*)
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo tra 0,15 e 0,25 MPa)	CNR 146 DIN 18134	MPa	> 80

Inoltre per la determinazione della portanza possono essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento quale la piastra dinamica leggera LFWD (Light Falling Weight Deflectometer). In tal caso dovrà essere individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} e il modulo E_{v2} ottenuto mediante prove con piastra statica. L'accettabilità dello strato sarà valutata sulla base dei valori di E_{v2} ricavati da tale correlazione.

È facoltà della D.L. richiedere prima della posa in opera della sottofondazione un campo di prove durante il quale l'Impresa dimostrerà che materiali, macchinari e posa in opera sono idonei ad ottemperare ai requisiti indicati nelle presenti specifiche Tecniche.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

(*) AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti a setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 20 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_s (100 - \%)}{100 P_s - \% d_i}$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 20 mm, da paragonare a quella AASHTO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

P_s = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 20 mm;

% = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 20 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine %, dovrà essere sempre dato il valore 20 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 20 mm).

ART. 45 Geotessile

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA GEOTESSILE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione sia in senso longitudinale sia trasversale	UNI EN ISO 10319	kN/m	≥ 17
Resistenza al punzonamento statico (CBR)	UNI EN ISO 12236	kN	≥ 3,0
Apertura efficace dei pori d_{90}	UNI EN ISO 12956	μm	≥ 100
Spessore massimo sotto 2 kPa	UNI 8279/2	mm	≤ 2,7

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato.

E' necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 46 Stabilizzazione con calce e cemento

a) Descrizione

La tecnica consiste nella stabilizzazione mediante miscelazione, con idonee macchine stabilizzatrici (pulvimixer), di calce e cemento ai materiali provenienti dalla vecchia fondazione ed in parte dai sovrastanti strati di conglomerato bituminoso (fresato) e dal sottofondo.

L'intervento può essere realizzato direttamente sullo strato (o sugli strati) esistente, ovvero su materiali precedentemente fresati e rimossi, per consentire la stabilizzazione a calce del sottofondo, e successivamente riportati per realizzare la nuova fondazione (stabilizzata).

La stessa tecnica può essere applicata per il trattamento di materiali di primo impiego non idonei (caratterizzati da comportamento plastico, oppure con scarso potere coesivo) per strati di fondazione stradale.

L'impiego della calce, in aggiunta al cemento, si rende necessario nei casi in cui il materiale da stabilizzare presente indice di plasticità $I_p > 0$ (vecchia fondazione plasticizzata, inglobamento di parte del sottofondo, materiali di aggiunta plastici).

b) Miscela

L'individuazione della miscela più idonea dovrà scaturire dalla serie di indagini eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Trattandosi generalmente di intervento su strade esistenti con strato di fondazione e sottofondo costituiti da materiali diversi e spessori diversi, la quantità di legante complessiva (calce + cemento) da impiegare potrà variare tra il 3% ed il 5% corrispondenti a circa 60 kg/m^3 e 100 kg/m^3 , così come potrà variare a discrezione della D.L. la proporzione tra calce e cemento.

Le miscele adottate, su provini tipo CBR, confezionati secondo la Norma CNR 29 (costipamento AASHTO Mod., maturazione di 7 giorni in aria a $20^\circ \pm 1^\circ \text{ C}$, umidità relativa $> 95\%$), dovranno ottemperare ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (STABILIZZAZIONE CON CALCE E CEMENTO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	MPa	da 2,5 a 4,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (*)	UNI EN 13286-42	MPa	$\geq 0,25$
Portanza CBR	UNI EN 13286-47	%	> 50 (*)

L'impiego di ossido di calce è da preferirsi alla calce idrata; il cemento deve essere del tipo CEM IV/B pozzolanico 32,5, l'acqua deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materia organica.

Per poter procedere alla stabilizzazione, 7 giorni prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. i risultati degli studi effettuati.

c) Posa in opera

L'operazione di miscelazione dovrà essere preceduta da quella di frantumazione degli strati esistenti mediante passate successive di idonea fresa o della stessa macchina stabilizzatrice.

Nel caso di riporto di materiali precedentemente fresati oppure di integrazione si dovrà procedere allo spianamento in modo da realizzare in modo costante lo spessore previsto in progetto.

Terminata l'operazione si dovrà stabilire l'umidità del materiale in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

In presenza di valori che si discostano dal valore di umidità ottima, determinato a seguito delle prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la D.L., in valore assoluto maggiori del $\pm 2\%$, si dovrà areare il materiale in caso di eccesso di umidità, oppure ad annaffiare se troppo asciutto, per raggiungere il grado di umidità desiderato.

Acquisita l'umidità ottima o comunque compresa nel range sopra definito, si procederà alla stesa della calce, mediante impiego di spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento, tale da raggiungere la percentuale prevista in sede di progetto della miscela.

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione che dovrà essere realizzata con una o due passate di pulvimixer.

Si passerà quindi alla stesa del cemento, con la stessa procedura indicata per la calce, adottando il dosaggio previsto nel progetto della miscela, salvo eventuali modifiche (di dosaggio) ordinate dalla D.L..

Lo spandimento della calce e del cemento dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere trattata nella stessa giornata lavorativa e non dovrà mai essere effettuato in presenza di forte vento per garantire la sicurezza del personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela.

Alla miscelazione del cemento seguirà lo spianamento mediante grader per ottenere andamenti piano altimetrici regolari e la compattazione, con rullo vibrante, munito di compattometro, di peso superiore a 12 ton, e rullo gommato di peso superiore a 15 ton.

Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comporteranno la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono risultare sovrapposti per almeno 15 cm. Nei giunti trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di cemento e/o calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati e/o disomogenei.

Le riprese dovranno essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare che si manifestino successive fessurazioni.

La lavorazione (stabilizzazione) non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5° C e superiori a 25° C , né sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C a condizione che lo strato di protezione con emulsione bituminosa venga realizzato immediatamente dopo la miscelazione e la compattazione.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di $15^\circ \text{ C} + 18^\circ \text{ C}$ ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione.

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

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stabilizzazione e limitatamente ai mezzi gommati.

Una volta ultimate le operazioni di costipamento e finitura e rispettato il tempo di maturazione libera suddetto, alla ripresa della posa degli strati superiori a quello in oggetto si dovrà stendere, al fine di favorire l'aderenza tra strati, un velo di emulsione bituminosa a lenta rottura in ragione di $1,5 \text{ Kg/m}^2$ saturata con sabbia, o, in caso di non immediata lavorazione seguente, mantenere umida la superficie dello strato con almeno tre irrorazioni di acqua al giorno.

d) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Il controllo della qualità della stabilizzazione con calce e cemento deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove in situ.

Le prove saranno eseguite dalla D.L. o da un laboratorio terzo indicato dalla D.L..

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate con prove di carico su piastra da 300 mm secondo la DIN 18134.

Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come la piastra dinamica leggera LFWD.

Nella seguente tabella vengono indicati i requisiti da rispettare:

REQUISITO	METODO DI PROVA	U.M.	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (*)	UNI EN 13286-2	%	≥ 95 (**)
Modulo di deformazione (E_{v2})	DIN 18134	MPa	≥ 150 (a 24 hh)
		MPa	≥ 200 (a 3 gg)

Rapporto E_{v2} / E_{v1}	DIN 18134	-	$\leq 2,15$
----------------------------	-----------	---	-------------

(*) A compattazione ultimata la densità del secco in sito, nel 95% dei prelievi, rispetto a prova Proctor Modificata;

(**) Rispetto a valore di riferimento (densità massima) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto con energia di costipamento Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (DIN 18125-2 ovvero CNR 22/72).

Quando è previsto l'impiego di prove rapide o ad alto rendimento i livelli prestazionali minimi devono essere stabiliti sperimentalmente nel corso del campo prove o sul materiale posto in opera, prima dell'inizio dei controlli finali. Per le prove rapide di portanza con piastra dinamica leggera LFWD, sarà individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} ed il modulo E_{v2} ottenuto da prove di tipo statico. L'accettabilità del materiale sarà valutata sulla base dei valori E_{v2} ricavati da tale correlazione.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 47 **Fondazione in misto granulare non legato**

a) Descrizione

Il misto granulare non legato è costituito da una miscela di aggregati ottenuti mediante trattamento di materiali naturali, artificiali o riciclati. Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 "Miscele non legate - specifiche".

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

INERTI

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata";
- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932- 1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati lapidei utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13242)
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	≤ 40	-
Requisiti di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	%	-	G_{c85-15}
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1	F_1
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 70	C_{70}
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	F_{35}
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	SI_{35}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	-
Limite liquido	UNI CEN ISO 17892-12	%	≤ 15	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO 17892-12	%	N.P.	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3	-	ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1	-	ASSENTI	-

c) Caratteristiche della miscela

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare non legato per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13285)
Designazione della miscela	UNI EN 13285	-	0/40	-
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285	%	≤ 5	UF_5
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285	%	≥ 2	LF_2
Sopravaglio	UNI EN 13285	%	≥ 85 e ≤ 99	OC_{85}
Classificazione granulometrica	UNI EN 13285	-	-	G_o

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	85 - 99
16	50 - 78
8	31 - 60

4	18 - 46
2	10 - 35
1	6 - 26
0,5	4 - 20
0,063	2 - 5

L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale: tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla D.L. entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

d) Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 250 m³ di miscela.

e) Posa in opera

Il materiale misto granulare non legato, per l'esecuzione della fondazione stradale, dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme: si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

Ogni strato dovrà essere costipato alla densità prevista e, qualora necessari, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alle pendenze finali così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza l'approvazione della D.L...

Lo spessore dovrà essere quello previsto dalla D.L..

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un regolo con lunghezza di mm 3000 posizionato secondo due direzioni ortogonali.

Il materiale dovrà essere steso mediante l'utilizzo di grader o vibrofinitrici e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Le lavorazioni dovranno essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, dovranno essere rimosse e ripristinate.

Sullo strato di fondazione, compatto in conformità alle prescrizioni descritte, è opportuno procedere celermente con l'esecuzione della pavimentazione. Ciò al fine di prevenire fenomeni di allentamento, di asportazione e disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione, che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici.

f) Protezione superficiale

Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Il misto granulare non legato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO GRANULARE NON LEGATO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 UNI EN 13286-2	%	> 95
Modulo di deformazione (portanza su piastra con intervallo tra 0,25 e 0,35 MPa)	CNR 146 DIN 18134	MPa	> 100

Inoltre per la determinazione della portanza possono essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento quale la piastra dinamica leggera LFWD (Light Falling Weight Deflectometer). In tal caso dovrà essere individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} e il modulo E_{v2} ottenuto mediante prove con piastra statica. L'accettabilità dello strato sarà valutata sulla base dei valori di E_{v2} ricavati da tale correlazione.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 48 Fondazione in misto granulare cementato

a) Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali".

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

INERTI

L'aggregato utilizzato per questo strato dovrà essere conforme ai requisiti riportati nella seguente tabella:

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13242)
Dimensione massima (*)	UNI EN 933-1	mm	≤ 40	-
Requisiti di granulometria (**) (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1	%	-	G _C 85-15
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA ₃₀
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1	F ₁
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 70	C ₇₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	FI ₃₅
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	SI ₃₅
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-
Limite liquido	UNI CEN ISO 17892-12	%	≤ 25	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO 17892-12	%	N.P. (**)	-
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3	-	ASSENTI	-
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1	-	ASSENTI	-

(*) L'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare

(*) L'Impresa dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla D.L. la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino la passante al setaccio 4 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori.

(**) Indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

LEGANTE

Il legante utilizzato dovrà essere cemento (legante idraulico) ed essere conforme alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1 per marcatura CE.

Si potranno impiegare le seguenti varietà di cemento:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

ADDITIVI

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare legato con cemento per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	85 - 100
25	75 - 100
20	65 - 94
10	44 - 78
4	26 - 61
2	18 - 50
0,5	8 - 30
0,25	6 - 22
0,063	3 - 11

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% e il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni).

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabiliti in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA
(MISTO GRANULARE CEMENTATO)

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	MPa	da 2,5 a 4,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg (*)	UNI EN 13286-42	MPa	≥ 0,25

(*) Resistenza a trazione secondo la prova "brasiliana".

I valori per le resistenze a compressione e a trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm diametro 15,25 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427-1.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla D.L. entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul setaccio 20 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 (1) e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8, peso pestello kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20° C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello dal 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

d) Preparazione

Il misto granulare legato con cemento dovrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento: la dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 500 m³ di miscela.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati utilizzati.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

e) Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla D.L.. Comunque si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0° C e superiori a 25° C né sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25° C e i 30° C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e distesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

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

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 + 2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati e comunque il tempo di maturazione libera non potrà mai essere inferiore a 48 ore rispetto alla stesa.

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

f) Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa cationica lenta al 50 % di bitume residuo (EC L 50) in ragione di 0,8 + 1,00 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Nella seguente tabella vengono riportati i requisiti di verifica da ottemperare:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE

(MISTO GRANULARE CEMENTATO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 UNI EN 13286-2	%	> 97
Modulo di deformazione (Md) (portanza su piastra con intervallo tra 0,25 e 0,35 MPa)	CNR 146 DIN 18134	MPa	≥ 100 (a compattazione ultimata)
		MPa	≥ 200 (a 7 gg dalla posa in opera)

Il controllo della densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumetrici, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione di cui alla nota (1), oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo, prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà essere effettuato sulla strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 ° C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per messo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio (punto c)), prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al setaccio da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 500 m³ di materiale costipato.

Inoltre per la determinazione della portanza possono essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento quale la piastra dinamica leggera LFWD (Light Falling Weight Deflectometer). In tal caso dovrà essere individuata una correlazione tra il modulo dinamico E_{vd} e il modulo E_{v2} ottenuto mediante prove con piastra statica. L'accettabilità dello strato sarà valutata sulla base dei valori di E_{v2} ricavati da tale correlazione.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Il tempo di maturazione protetta dello strato legato a cemento ultimato non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo e dalle precipitazioni atmosferiche. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

Qualora lo strato di fondazione in misto cementato non ottemperasse ai requisiti di accettabilità dei controlli in corso d'opera previsti nella tabella precedente, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

(1) AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti a setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_s (100 - \%)}{100 P_s - \%d_i}$$

dove:

d_r = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHTO modificata determinata in laboratorio;

d_i = densità della miscela intera;

p_s = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

% = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine %, dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

ART. 49

Fondazione in conglomerato bituminoso riciclato legato con bitume schiumato

a) Descrizione

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, bitume schiumato e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con bitume schiumato può anche essere impiegato nella sovrastruttura stradale per la formazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato di fondazione sono definiti dalla D.L..

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con bitume schiumato consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con eventuale aggiunta di aggregati di integrazione, nuovi o derivati dallo strato di fondazione sottostante, e bitume sottoforma di schiuma. Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o trasportabili al luogo d'impiego o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Conglomerato riciclato

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura. Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

INERTI

Gli aggregati, che costituiscono la miscela riciclata, derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso ed eventualmente anche dal misto granulare della fondazione sottostante.

Inerti di integrazione

Nel caso in cui la curva risultante non rientri nel fuso prescritto, è necessario che l'Impresa aggiunga inerti nuovi, qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE, in dimensioni e quantità tali da riportare la miscela all'interno dei limiti previsti dal fuso.

Ciascuna fornitura di aggregati dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione degli aggregati grosso e fine dovranno essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base 2 della UNI EN 13043.

Gli aggregati grosso e fine potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nel capitolo "CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE (BASE)".

LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo sottoposto al procedimento di schiumatura.

Il bitume da utilizzare dovrà essere del tipo tal quale con penetrazione 70-100, conforme alla norma UNI EN 12591 ed ai requisiti della seguente tabella, oppure del tipo additivato con agenti schiumanti.

REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8
Viscosità dinamica a 160 °C	UNI EN 13702-2	Pa*s	< 0,20
Solubilità	UNI EN 12592	%	≤ 99
Valori dopo RTFOT (163 °C)	UNI EN 12607-1		
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25 °C	UNI EN 1426	%	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 10

Le caratteristiche necessarie per la corretta schiumatura del legante dovranno essere conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL BITUME SCHIUMATO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Rapporto di espansione	-	-	≥ 20
Tempo di semitrasformazione	-	s	≥ 25

Le caratteristiche di espansione ottimali dovranno essere determinate in base ad un opportuno studio di laboratorio in un campo di temperature comprese tra 160 °C e 190 °C e contenuto di acqua compreso tra 1% e 4%.

CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con bitume schiumato deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore. Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

L'Impresa potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 dei seguenti tipi:

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

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con bitume schiumato dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	90 - 100
20	68 - 90
12,5	53 - 78
6,3	36 - 60
4	28 - 48
2	18 - 36
0,5	8 - 21
0,063	3 - 7

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria (UNI EN 12697-31).

I provini con bitume schiumato dovranno essere confezionati secondo i seguenti dosaggi teorici:

MATERIALI COSTITUENTI	U.M.	VALORI LIMITE
Percentuale di fresato con integrazione	%	90 – 100
Percentuale di legante	%	2
Percentuale di cemento	%	1,5
Umidità del materiale (acqua aggiunta)	%	5
Densità dopo 72 h a 40 °C	kg / m ³	2350 - 2450

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante Pressa giratoria (metodo volumetrico) sono:

PARAMETRO	VALORE
Angolo di rotazione	1,25° ± 0,02°
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Diametro del provino	150 ± 0,2 mm
Pressione verticale	600 kPa
Peso del campione (comprensivo di bitume schiumato, cemento e acqua)	4500 - 6000
Numero di giri	180 (n°)
Tempo massimo di attesa prima della compattazione	30 min.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla D.L..

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione indiretta (ITS)	UNI EN 12697-23	MPa	> 0,35
Modulo di rigidezza (Sm)	UNI EN 12697-26 (C)	MPa	> 3000
Resistenza a compressione (Rc)	UNI EN 13286-41	MPa	da 2,5 a 4,5

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40 °C e provati a 20 °C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate, lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti;
- composizione granulometrica della miscela;
- contenuto totale di legante bituminoso;
- densità della miscela ottimale compattata.

L'Impresa dovrà presentare alla D.L. lo studio preliminare elaborato entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

d) Preparazione

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

e) Posa in opera

Il materiale conglomerato bituminoso riciclato a freddo con bitume schiumato, per l'esecuzione della fondazione stradale, dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme: si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

La D.L. ha facoltà di controllare in cantiere, prima della posa in opera della miscela, i parametri di schiumosità e di temperatura del bitume che dovranno essere conformi ai valori determinati nello studio preliminare.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo vibrante con peso superiore a t 18 e di un rullo gommato con carico statico non inferiore a t 20.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 3°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

A titolo indicativo le prove di portanza mediante LFWD (Light Falling Weight Deflectometer) dovranno assumere valore minimo pari a 50 MPa dopo 4 ore e pari a 180 MPa dopo 1 giorno dalla stesa dello strato.

A titolo indicativo strato di riciclato a freddo è sufficientemente maturo quando il modulo di deformazione dinamico corrisponde a $E_{vd} > 70$ MPa, equivalente al modulo di deformazione statico $E_{v2} > 150$ MPa.

Il tempo di maturazione protetta dello strato legato con bitume schiumato non dovrà essere inferiore a 24 ore, durante le quali il materiale posato in opera dovrà essere protetto dal gelo e dalle precipitazioni atmosferiche.

f) Protezione superficiale

Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla D.L..

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della D.L., secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON BITUME SCHIUMATO (Grado di compattazione per confronto delle densità)				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95	
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98	Ogni 250 m ³

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DI PORTANZA DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON BITUME SCHIUMATO)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione dinamica	DIN 18134	MPa	> 130
Rapporto E_{v2} / E_{v1}	DIN 18134	-	< 2,15

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 50

Fondazione in conglomerato bituminoso riciclato legato con emulsione bituminosa modificata

a) Descrizione

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente da demolizione di pavimentazioni, emulsione bituminosa modificata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato a freddo con emulsione bituminosa può anche essere impiegato nella sovrastruttura stradale per la formazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato di fondazione sono definiti dalla D.L..

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con emulsione bituminosa modificata consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione, nuovi o derivanti dallo strato di fondazione sottostante, cemento ed emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata).

Il riciclaggio può avvenire con impianti fissi o trasportabili al luogo d'impiego o, in opera, mediante l'utilizzo di appositi macchinari.

b) Caratteristiche dei materiali da impiegarsi

Conglomerato riciclato

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.

Il fresato può essere omogeneizzato granulometricamente mediante granulazione e/o vagliatura.

INERTI

Gli aggregati, che costituiscono la miscela riciclata, derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso ed eventualmente anche dal misto granulare della fondazione sottostante.

Inerti di integrazione

Nel caso in cui la curva risultante non rientri nel fuso prescritto, è necessario che l'Impresa aggiunga inerti nuovi, qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE, in dimensioni e quantità tali da riportare la miscela all'interno dei limiti previsti dal fuso.

Ciascuna fornitura di aggregati dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione degli aggregati grosso e fine dovranno essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base 2 della UNI EN 13043.

Gli aggregati grosso e fine potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nel capitolo "CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE (BASE)".

LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato da emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata).

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura, di tipo cationico ed avere le caratteristiche conformi ai requisiti descritti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	40 ± 2
Contenuto di legante (bitume e flussante)	UNI EN 1431	%	> 59
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	%	60 ± 2

Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	≤ 10
Ph (grado di acidità)	UNI EN 12850	%	da 2 a 6
CARATTERISTICHE DEL RESIDUO BITUMINOSO			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	da 50 a 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	< -15
Rotorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 50

ACCERTAMENTO ULTERIORE: a seguito della miscelazione di 50 g di cemento (classe 325) e 100 g di acqua con 100 g di emulsione bituminosa, dopo un intervallo di 4 minuti, non deve essere rilevata alcuna coagulazione di bitume.

CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con emulsione bituminosa modificata deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore. Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

L'Impresa potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 dei seguenti tipi:

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

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

c) Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica compresa nei limiti del fuso successivo ed avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello indicato dalla seguente tabella:

SERIE EN (mm)	PASSANTE (%) IN PESO
40	100
31,5	90 - 100
20	68 - 90
12,5	53 - 78
6,3	36 - 60
4	28 - 48
2	18 - 36
0,5	8 - 21
0,063	3 - 7

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa modificata, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria (UNI EN 12697-31).

I provini con emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata) dovranno essere confezionati secondo i seguenti dosaggi teorici:

MATERIALI COSTITUENTI	U.M.	VALORI LIMITE
Percentuale di fresato con integrazione	%	90 - 100
Percentuale di legante	%	3
Percentuale di cemento	%	2
Umidità del materiale (acqua aggiunta)	%	5
Densità dopo 72 h a 40 °C	kg / m ³	2300 - 2400

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante Pressa giratoria (metodo volumetrico) sono:

PARAMETRO	VALORE
Angolo di rotazione	1,25° ± 0,02°
Velocità di rotazione	30 rotazioni/min
Diametro del provino	150 ± 0,2 mm
Pressione verticale	600 kPa
Peso del campione (comprensivo di emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata), cemento e acqua)	4500 - 6000
Numero di giri	180 (n°)
Tempo massimo di attesa prima della compattazione	30 min.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla D.L..

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a trazione indiretta (ITS)	UNI EN 12697-23	MPa	> 0,35

Modulo di rigidezza (Sm)	UNI EN 12697-26 (C)	MPa	> 3000
Resistenza a compressione (Rc)	UNI EN 13286-41	MPa	Da 2,5 a 4,5

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 72 ore a 40 °C e provati a 20 °C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C).

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate, lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti;
- composizione granulometrica della miscela;
- contenuto totale di legante bituminoso;
- densità della miscela ottimale compattata.

L'Impresa dovrà presentare alla D.L. lo studio preliminare elaborato entro 7 giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

d) Preparazione

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

e) Posa in opera

Il materiale conglomerato bituminoso riciclato a freddo con emulsione bituminosa modificata (elastomerizzata), per l'esecuzione della fondazione stradale, dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme: si dovrà stendere per strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo gommato con carico statico superiore a t 24 e da un rullo con cilindri metallici con peso superiore a t 18; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

Il tempo di maturazione protetta dello strato non dovrà essere inferiore a 24 ore, durante le quali il materiale posato in opera dovrà essere protetto dal gelo e dalle precipitazioni atmosferiche.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 8°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

f) Protezione superficiale

Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione della pavimentazione, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa a lenta rottura saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla D.L..

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della D.L., secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 95
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia (CNR BU 22 – 72).

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con bitume schiumato dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DI PORTANZA DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA)			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione dinamica	DIN 18134	MPa	> 130
Rapporto E_{v2} / E_{v1}	DIN 18134	-	< 2,15

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura (= passo) non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore totale di ogni carota, nonché di ogni singolo strato finito, deve essere quello prescritto, con un tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

Qualora lo strato realizzato non rispetti i requisiti prescritti, non si potrà procedere con le lavorazioni successive.

ART. 51

Controlli sulle sottofondazioni e fondazioni stradali

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, descrivente i seguenti elementi minimi:

- 1) CURVA GRANULOMETRICA ADOTTATA
- 2) AGGREGATI: descrizione tipologia e caratteristiche
- 3) FILLER : descrizione della tipologia (dove presenti)
- 4) BITUME: descrizione della tipologia e della % adottata nella miscela (dove presente)
- 5) DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE (per ogni tipo di conglomerato richiesto)
- 6) ADDITIVI (ACF, FIBRE O ALTRI): descrizione della tipologia e quantità d'uso.
- 7) N° 1 PROVA MARSHALL (stabilità, rigidità, vuoti,.....) o VOLUMETRICA su campione di conglomerato.

La composizione dovrà essere contenuta nei limiti descritti precedentemente e dovrà essere corredata dalla documentazione degli studi e delle prove effettuate in laboratorio per ricavarne la ricetta ottimale. I certificati inerenti alla qualità dei materiali devono essere rilasciati da un laboratorio ufficiale o comunque riconosciuto dalla Provincia.

Dopo l'accettazione da parte della D.L. della composizione proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

L'approvazione della miscela da parte della D.L. peraltro non ridurrà la responsabilità dell'Impresa relativamente al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Gli oneri per l'esecuzione dello Studio Preventivo sono a carico dell'impresa appaltatrice.

CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

L'impresa sarà obbligata a sottoporsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare richiesti dalla D.L.

Le diverse prove ed esami su campioni verranno effettuati presso Laboratori indicati dalla D.L.

I campioni dei materiali verranno prelevati in contraddittorio: ogni Prelievo sarà costituito da due campioni di circa 8/10 kg ciascuno di cui uno viene utilizzato per i controlli e l'altro rimane a disposizione per ulteriori verifiche.

Degli stessi potrà esserne ordinata la conservazione in locali indicati dalla D.L. previa apposizione di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più adatti per garantirne l'autenticità.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificate nel presente C.S.A., sono disposte dalla D.L. o dall'organo di collaudo con onere a carico dell'Amministrazione Provinciale.

In particolare le prove di laboratorio verranno effettuate da un Laboratorio Prove Materiali scelto dall'Amministrazione Provinciale che, oltre agli usuali controlli di qualità in laboratorio, potrà intervenire sul cantiere e all'impianto di confezionamento con un laboratorio "mobile" contestualmente alla stesa delle pavimentazioni.

Per tutte le prove sopracitate la D.L. provvede al prelievo dei campioni ed alla redazione di apposito *Verbale di prelievo* e la certificazione effettuata dal Laboratorio riporterà espresso riferimento al Verbale.

La D.L. o l'organo di Collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

In caso di controversie sull'esito delle prove di Laboratorio, adeguatamente motivate da parte dell'impresa appaltatrice mediante la ripetizioni dei medesimi esami presso altro Laboratorio Prove ufficiale, l'eventuale ripetizione dei controlli o l'esecuzione di controlli complementari successivi dovranno essere effettuati presso un Laboratorio Prove ufficiale scelto dall'Amministrazione Provinciale su una terna di Laboratori prove ufficiali proposti dall'impresa appaltatrice. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

TOLLERANZE

Rispetto allo STUDIO DI MISCELA presentato, o in sua assenza al Valore medio degli intervalli previsti nel presente Capitolato Speciale, non saranno ammesse variazioni superiori a seguenti limiti :

- contenuto di aggregato grosso superiore a +/- 5 %;
- contenuto di sabbia superiore a +/- 3 %;
- percentuale di filler +/- 1,5 %;
- quantità di bitume (dove presente) superiore a +/- 0,5%, rientrando comunque sempre nei minimi e massimi previsti.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate nel corso dei lavori, all'impianto o alla vibrofinitrice, nonché dall'esame delle carote e dei tasselli prelevati in sito dopo l'ultimazione dei lavori.

MARCATURA CE DEGLI AGGREGATI

Gli inerti per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

MARCATURA CE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura miscela alla produzione e consegna (valori di soglia)
- contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)

- composizione granulometrica (valore%)
- contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri del presente capitolato, oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti norme.

Il Direttore dei Lavori, prima di accettare i materiali in cantiere, dovrà accertarsi dell'idoneità degli stessi mediante l'esame della seguente documentazione che dovrà essere prodotta dall'appaltatore:

- DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso
- CERTIFICATO DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE DI FABBRICA in conformita' agli allegati ZA delle norme specifiche rilasciato dall'Organismo notificato a seguito di verifica;
- ETICHETTA CE, predisposta dal produttore in accompagnamento ad ogni consegna di conglomerato bituminoso in cantiere.

Il controllo della qualità dei materiali, per gli strati di sottofondazione e fondazione e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nelle seguenti tabelle:

CONTROLLO DEI MATERIALI (Sottofondazione)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggregato fino	Impianto di produzione	10.000 mq
Curva granulometrica	Strato prima della compattazione	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di stesa
Portanza (Md)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Stabilizzazione con calce e cemento)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Curva granulometrica di progetto	Fascia di stesa prima dello spandimento del legante	Giornaliera oppure ogni 2.000 mq di materiale lavorato
Quantità di cemento steso per mq	Fascia di stesa dopo lo spandimento del legante	Giornaliera oppure ogni 2.000 mq di materiale lavorato
Quantità di calce stesa per mq	Fascia di stesa dopo lo spandimento del legante	Giornaliera oppure ogni 2.000 mq di materiale lavorato
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato finito a compattazione ultimata	Ogni 500 m di fascia di stesa
Portanza (Ev2) a 3 giorni dalla compattazione	Strato finito a 24 ore da compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa
Rapporto Ev2 / Ev1 a 3 giorni dalla compattazione	Strato finito a 24 ore da compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa
Portanza (Ev2) a 3 giorni dalla compattazione	Strato a 3 giorni da compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa
Rapporto Ev2 / Ev1 a 3 giorni dalla compattazione	Strato a 3 giorni dopo compattazione ultimata	Ogni 250 m di fascia di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in misto granulare non legato)		
Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggregato fino	Impianto di produzione	10.000 mq
Curva granulometrica	Strato prima della compattazione	Ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa

Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di stesa
Portanza (Md)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in misto granulare cementato)

Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggregato fino	Impianto di produzione	10.000 mq
Acqua	Impianto di produzione	10.000 mq
Cemento	Impianto di produzione	10.000 mq
Aggiunte	Impianto di produzione	10.000 mq
Curva granulometrica	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Giornaliera oppure ogni 5.000 mq di stesa
Portanza (Md)	Strato finito a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Portanza (Md)	Strato a 7 gg dopo compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in conglomerato riciclato legato con bitume schiumato)

Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Inerti di integrazione	Impianto di produzione	Giornaliera
Bitume schiumato	Impianto di produzione	Giornaliera
Conglomerato riciclato da riciclare	Dietro finitrice	Giornaliera
Acqua	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Cemento	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Curva granulometrica	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa
Modulo di rigidità	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa
Portanza (Ev2)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Rapporto Ev2 / Ev1	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa

CONTROLLO DEI MATERIALI (Fondazione in conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata)

Requisito	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Inerti di integrazione	Impianto di produzione	Giornaliera
Emulsione bituminosa	Impianto di produzione	Giornaliera
Conglomerato riciclato da riciclare	Dietro finitrice	Giornaliera
Acqua	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Cemento	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Curva granulometrica	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 3.000 mq di stesa
Sagoma	Strato a compattazione ultimata	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante o ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile per la variazione della pendenza trasversale
Spessori (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Grado di addensamento (carote)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa

Modulo di rigidezza	Strato a compattazione ultimata	Ogni 5.000 mq di fascia di stesa
Portanza (Ev2)	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa
Rapporto Ev2 / Ev1	Strato a compattazione ultimata	Ogni 1.500 mq di fascia di stesa

ART. 52

Detrazioni per sottofondazioni e fondazioni stradali

Qualora dalle analisi dei campioni prelevati o da altre prove effettuate si riscontrasse una diversità in termini di quantità o qualità tra il materiale utilizzato per la realizzazione degli strati della pavimentazione in oggetto e il materiale prescritto nel presente Capitolato Speciale (es. spessori, caratteristiche qualitative e quantitative di legante diverso, granulometria degli inerti non corretta, ecc.) la D.L. potrà intervenire con due modalità alternative in funzione della gravità della difformità riscontrata: ordinerà il rifacimento dello strato posato oppure procederà con detrazioni sugli importi da contabilizzare.

RIFACIMENTO DELLE OPERE

Qualora, a giudizio della D.L., non sia possibile accettare la lavorazione si procederà alla rimozione dello/degli strati ed alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Ciò potrà accadere sia per il superamento inaccettabile dei requisiti fissati dal presente C.S.A. sia per il manifestarsi di lavorazioni non effettuate a regola d'arte.

In particolare sarà condizione sufficiente per il rifacimento dello strato interessato il mancato rispetto di uno o più dei seguenti valori:

CARATTERISTICHE	Valori limite					
	Sottofondazione	Stabilizza-zione con calce e cemento	Fondazione in misto granulare non legato	Fondazione in misto granulare cementato	Fondazione riciclato a freddo con bitume schiumato	Fondazione riciclato a freddo con emulsione bituminosa
Spessore misurato (per ogni carota)	≥ 80% dello spessore di progetto					
Grado di addensamento	valori misurati ≥ 92%					
Portanza	valori misurati ≥ 80 % valori prescritti					

DETRAZIONI

Qualora sia possibile, a giudizio della D.L., accettare comunque la lavorazione anche se non pienamente rispondente ai requisiti previsti le opere verranno contabilizzate con detrazioni dall' 1% al 20% dell'importo delle opere per il mancato rispetto delle prescrizioni del C.S.A a scapito della minore vita utile della pavimentazione.

La detrazione verrà calcolata in percentuale dell'importo lordo del tratto di pavimentazione realizzata (prezzo lordo = fornitura e posa conglomerati bituminosi + eventuali sovrapprezzi) cui è riferito il certificato di prova o la verifica tecnica attestante la difformità (= valore misurato – valore prescritto) e calcolando la superficie realizzata fino ad un valore massimo definito dalla misura minima dei prelievi compresa nel capitolo "Controllo dei materiali e delle opere".

La detrazione sarà applicata ogniqualvolta sussista una difformità tra il valore misurato (nelle analisi dei campioni o in altre prove) e il valore prescritto dal C.S.A. e sarà proporzionale all'entità della difformità rispetto al valore prescritto.

In particolare per i seguenti valori prescritti la detrazione viene così determinata:

CARATTERISTICHE	Aliquota detrazione					
	Sottofondazione	Stabilizza-zione con calce e cemento	Fondazione in misto granulare non legato	Fondazione in misto granulare cementato	Fondazione riciclato a freddo con bitume schiumato	Fondazione riciclato a freddo con emulsione bituminosa
Spessore misurato (per ogni carota)	2,5% per ogni mm di materiale mancante					
% bitume (su ogni carota)	NP	NP	NP	NP	[(% bitume Rilevata – % bitume Prescritta) ² * 5] % da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di bitume	

Modulo di rigidità (u.m. = MPa)	NP	NP	NP	NP	$[(\text{Rigid. Rilevata} - \text{Rigid. Prescritta}) / 200]^2$
Grado di addensamento	= 10% per $95\% \leq \gamma \leq 98\%$ = 20% per $92\% \leq \gamma \leq 95\%$				
Portanza	= 10% per valori misurati > 90% valori prescritti = 20% per valori misurati = (80+90)% valori prescritti				

Qualora su campioni relativi allo stesso tratto di pavimentazione si rilevassero più difformità (su parametri diversi) si applicherà la somma delle detrazioni previste fino ad un massimo del 20%.

L'importo della detrazione verrà dedotto dall'importo netto dello stato finale dei lavori in sede di Collaudo/Certificato di Regolare Esecuzione o, a scelta della Provincia dovrà essere versata dall'appaltatore alla stessa prima della sottoscrizione del Collaudo/Cre e dello svincolo delle cauzioni a garanzia.

Capo C) CONGLOMERATI BITUMINOSI

ART. 53

Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare per l'esecuzione dei lavori di cui al presente Capitolato devono avere caratteristiche corrispondenti a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti vigenti in materia e a quanto previsto nei successivi articoli.

Prima di iniziare i lavori, i materiali da impiegarsi dovranno essere sottoposti alla D.L. per le analisi e l'accettazione: nessun materiale potrà essere usato se non sarà stato preventivamente approvato.

I materiali proverranno da località e cave che l'Impresa riterrà di sua convenienza purché corrispondano ai requisiti sopra detti e a quelli successivamente specificati.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della D.L. l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere. L'Impresa è obbligata a presentarsi in ogni momento alle prove dei materiali impiegati o da impiegare e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, dovrà collaborare per sottoporre ad analisi di laboratorio sia i campioni prelevati in cantiere che quelli prelevati allo stabilimento di produzione.

In conformità con quanto previsto dalla norma UNI EN 13108 i conglomerati bituminosi utilizzati per l'esecuzione delle pavimentazioni oggetto del presente appalto dovranno essere possedere la marcatura CE

ART. 54

Leganti ed additivi per conglomerati bituminosi e mano d'attacco

a) BITUME NORMALE

Il bitume di base con funzione di legante del conglomerato bituminoso deve soddisfare le caratteristiche di accettazione riportate nella tabella:

CARATTERISTICHE	normativa	BITUME NORMALE			
		u.m.	35/50	50/70	70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm/10	35/50	50/70	70/100
Punto di rammollimento (palla e anello)	UNI EN 1427	°C	50-58	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	- 5	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN13302	Pa*s		0,03 - 0,10	0,02 - 0,10
<i>Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1</i>					
Variazione di peso	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,50	≤ 0,50	≤ 0,80
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	> 53	> 50	> 46
Variazione massima del rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11	≤ 11

I leganti bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE, i requisiti obbligatori richiesti sono:

Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426
Punto di rammollimento (palla e anello)	UNI EN 1427

Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nell'appendice NA

b) BITUME MODIFICATO

Il bitume modificato con funzione di legante del conglomerato bituminoso è costituito da bitume di base 70/100 modificato in raffineria con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche in modo Soft SF (modifica media) e in modo hard HD (modifica forte) con le caratteristiche di accettazione riportate nella tabella

Tale modifica migliora le caratteristiche dei conglomerati tradizionali di base, binder ed usura accrescendo la capacità portante dei conglomerati di base e di collegamento e migliorando il comportamento a fatica dell'intera pavimentazione aumentandone la vita utile.

I bitumi modificati di tipo hard e soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder e usura) mentre dovranno essere impiegati solo bitumi hard nelle miscele speciali.

CARATTERISTICHE	NORMATIVA	u.m.	TIPO DI BITUME UNI EN 14023		
			30/50	Soft 2,5% - 3,5% polimero	Hard 4% - 6% polimero
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	30/50	50/70	50/70
Punto di rammollimento (palla e anello)	EN 1427	°C	> 65	60 - 80	70 - 90
Punto di rottura (Fraass)	EN12593	°C	≤ - 8	≤ - 10	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160°	EN13072-2	Pa*s	> 0, 40	0,10 – 0,35	0,15 - 0,45
Ritorno elastico a 25°C	EN13398	%	> 50	≥ 70	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C					
Differenza Penetrazione Punto rammollimento	EN13399	dmm °C	≤ 3	≤ 3	≤ 3
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1					
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 40	≥ 40	≥ 40
Variazione massima del rammollimento	EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5

Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 14023

c) EMULSIONE BITUMINOSA NORMALE PER MANO D'ATTACCO

L'emulsione bituminosa è impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso normale sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo.

L'emulsione cationica 55% con bitume normale dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto d'acqua	EN 1430	% peso	45 +/- 2
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	55 +/- 2
Contenuto di flussante	EN 1431	% peso	0 - 3
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	≤ 10
Indice di rottura	EN 13075-1	n°	70 - 155
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm/10	≤ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 43

d) EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA PER MANO D'ATTACCO

L'emulsione bituminosa modificata è impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso modificato sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo.

L'emulsione cationica 60% modificata realizzata con bitume Soft o Hard dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori (UNI EN 13808)
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto d'acqua	EN 1428	% peso	40 +/- 2
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	60 +/- 2
Flussante	EN 1431	%	≤ 2
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	≤ 10
Indice di rottura	EN 13075-1	n°	70 - 155
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	≤ 100
Punto di rammollimento	EN 1427	°C	≥ 60
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	%	≥ 50

e) ATTIVANTE ADESIONE

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato l' "Attivante di adesione" definito come Dopes per favorire l'adesione bitume-inerti e migliorare la durabilità all'acqua in particolare in presenza di inerti di natura silicea (quarziti, graniti, porfidi) oppure in caso di lavorazioni con condizioni meteo non favorevoli, con aggregati umidi o per pavimentazioni esposte a temperature basse con frequente spargimento di sale disgelante.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti.

L'attivante dovrà, sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, conservare le proprie caratteristiche chimico-fisiche anche dopo stoccaggio prolungato a temperature elevate, in particolare resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle sue proprietà chimico-fisiche.

Il requisito primario richiesto risulta la "Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua" da misurarsi nell'ambito delle Prove Marshall o volumetriche.

La presenza degli attivanti d'adesione verrà accertata dalla DL mediante trasmissione di copia delle bolle di consegna del materiale, su un campione di inerti e legante bituminoso in stoccaggio, sul conglomerato bituminoso in posa d'opera o dopo diverso tempo su un carotaggio mediante prova di affinità bitume addittivato/inerte prevista dalla UNI EN 12697-11.

f) ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso con materiale fresato dovrà essere impiegato l' "Attivante di rigenerazione" definiti come ACF sono composti da utilizzare sempre nelle lavorazioni in cui si reimpiegano materiali fresati. Devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo) rigenerando le caratteristiche del bitume invecchiato. Le caratteristiche chimico-fisiche sono sotto riportate:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	valore
Densità a 25°C	-----	g/cm ³	0,910 +/- 0,02
Punto di infiammabilità v.a.	EN 2592	°C	>= 150
Viscosità a 25°C,	EN 20028	cP	60 +/- 10
Pour Point	EN 20065	°C	<= 0,00

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere. L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee nelle cisterne di stoccaggio o in linea durante il ciclo produttivo, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati.

ART. 55

Conglomerato bituminoso per strati di base

I conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo di cui al presente articolo sono definiti dalle norme UNI EN 13108 – 1 e sono così caratterizzati:

FUNZIONE

Strato di base con funzione portante da porre al di sopra della fondazione stradale.

DESCRIZIONE

Lo strato di base (BASE) è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo con macchina vibrofinitrice con spessori di posa compresi da 8 a 12 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare la norma UNI EN 13043.

A) *Aggregato grosso: d > 2mm e D < 45 mm*

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

requisito	norma	valore richiesto	categoria
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	≤ 30 %	LA 30
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥ 70 %	C 70/0

Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 30 %	FI 30
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1 %	F1
Assorbimento acqua	EN 1097 - 6	≤ 1,5 %	WA ₂₄ 2

B) Aggregato fine: $D < 2 \text{ mm}$ $d > 0,063 \text{ mm}$

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

requisito	norma	valore richiesto	categoria
Prova dell'equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 60 %	SE 60
Quantità di frantumato		≥ 50 %	
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤ 10 %	f10

C) Aggregato filler

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

requisito	norma	valore richiesto
Passante al setaccio uni 2mm	UNI EN 933-10	100%
Passante al setaccio uni 0,125	UNI EN 933-10	85% - 100%
Passante al setaccio uni 0,063	UNI EN 933-10	70 % - 100%
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179 -1	$D_{R\&B} \geq 5\%$

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato per strato di base è possibile l'utilizzo di materiale fresato con i seguenti limiti e condizioni:

1. Provenienza del materiale da fresato di qualsiasi strato di pavimentazioni;
2. Classificazione del materiale secondo norma UNI EN 13108/8;
3. Vagliatura del materiale alla pezzatura massima di 30mm, al fine di evitare elementi grossolani e ridurre la "variabilità" della miscela;
4. Rispondenza agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato.
5. Percentuale massima di fresato e utilizzo di additivi rigeneranti del bitume vecchio ACF in % sul bitume :

Base con bitume normale	Base con bitume modificato Hard	Base con bitume modificato Soft
20% + ACF 0,3 / 0,5 %	20% + ACF 0,3 / 0,5 %	30% + ACF 0,3 / 0,5 %

Basebinder con bitume normale	Basebinder con bitume modificato Hard	Basebinder con bitume modificato Soft
20% + ACF 0,3 / 0,5 %	20% + ACF 0,3 / 0,5 %	25% + ACF 0,3 / 0,5 %

L'impresa esecutrice dovrà dichiarare la % di utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

LEGANTI

E) Bitume normale o modificato

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato bitume normale o modificato la cui scelta è stabilita dal Progetto esecutivo o dalla DL mentre le caratteristiche dei bitumi sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

Il quantitativo d'impiego ottimale viene definito dall'appaltatore per mezzo delle prove Marshall o Volumetriche ma comunque deve essere contenuto nei limiti minimo e massimo del presente CSA .

Nel caso di utilizzo di "fresato bituminoso", in relazione alla sua percentuale di impiego, il legante seguirà le prescrizioni riportate nella EN 13108-1.

Il *bitume normale* deve essere impiegato con penetrazione 50/70 o 70/100 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 50/70 per condizioni ambientali esistenti in pianura riservando l'uso del bitume 70/100 per strade di collina e montagna.

Il *bitume modificato* deve essere impiegato con penetrazione 50/70 e con modifica Hard o Soft .

ADDITIVI

F) Attivante adesione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato "Attivante di adesione" le cui caratteristiche sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

L'"Attivante di adesione" definito come Dopes favorisce l'adesione bitume-inerti e migliora la durabilità all'acqua in particolare in presenza di inerti di natura silicea (quarziti, graniti, porfidi) oppure in caso di lavorazioni con condizioni meteo non favorevoli, con aggregati umidi o per pavimentazioni esposte a temperature basse con frequente spargimento di sale disgelante. Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti.

G) Attivante di rigenerazione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso con reimpiego di fresato dovrà essere utilizzato un "Attivante di rigenerazione" o ACF le cui caratteristiche sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

Il vecchio bitume contenuto nel fresato pur nei limiti previsti al precedente punto infatti, in parte più o meno rilevante, viene inglobata nel nuovo bitume e provoca un indurimento del legante complessivo e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso.

L'attivante modifica e migliora le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante complessivo derivante dalla miscela tra il vecchio bitume e il nuovo bitume.

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere in misura del 0,2% - 0,5% in peso del bitume totale.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BASE 0 / 32 (fuso Anas)	BASEBINDER 0 / 32 (fuso Anas)
Setacci UNI	% di passante in peso	% di passante in peso
31,5	100	100
20	68 - 88	78 - 100
16	55 - 78	66 - 86
8	36 - 60	42 - 62
4	25 - 48	30 - 50
2	18 - 38	20 - 38
0,5	8 - 21	8 - 21
0.25	5 - 16	5 - 16
0,063	4 - 8	4 - 8
Quantità bitume sul peso inerti min - max	3,80% ÷ 5,20%	4,00% ÷ 5,30%
Spessore min - max	8 cm ÷ 15 cm	7 cm ÷ 12 cm

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO CON BITUME NORMALE PER BASE e BASEBINDER				
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	50/70	70/100
<i>Temperatura conglomerato</i>				
All 'impianto di produzione		°C	145 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 135	
<i>Metodo Marshall a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>				
Stabilità Marshall	UNI EN 12697- 34	KN	> 9,00	
Rigidità Marshall	UNI EN 12697- 34	KN/mm	2,50 - 5,50	
Vuoti residui	UNI EN 12697- 8	%	3 - 6	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	0,70 – 1,35	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	> 65	

Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90
<i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i>			
Vuoti a 10 rotazioni N1	UNI EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00
Vuoti a 100 rotazioni N2	UNI EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00
Vuoti a 180 rotazioni N3	UNI EN 12697- 8	%	> 2,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	0,72 – 1,40
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	> 65
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90
<i>Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione</i>			
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall		%	96
Regolarità superficiale: regolo di 4 m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max 9,00

REQUISITI DEL CONGLOMERATO CON BITUME MODIFICATO PER BASE e BASEBINDER				
	Normativa	u.m.		
<i>Temperatura conglomerato</i>				
All 'impianto di produzione		°C	150 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150	
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>				
Tipo di bitume contenuto			30 / 50	50 / 70
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 10,00	≥ 10,00
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00	2,50 – 5,00
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	4,00 – 7,00	3,00 – 7,00
Prova di resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	N/mm ²	0,9 - 1,5	0,9 - 1,5
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697-31	N/mm ²	> 75	> 75
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90	> 90
<i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i>				
Vuoti a 10 rotazioni N1	UNI EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00	
Vuoti a 110 b. soft – 120 b. hard rotazioni N2	UNI EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00	
Vuoti a 190 b. soft - 200 b. hard rotazioni N3	UNI EN 12697- 8	%	> 2,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	0,95 – 1,70	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	> 75	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90	
<i>Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione</i>				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		96%	96%
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)	UNI EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max 9,00	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione in suo possesso relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

Art. 56

Conglomerato bituminoso per strati di collegamento o livellamento

I conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo di cui al presente articolo sono definiti dalle norme UNI EN 13108 – 1 e sono così caratterizzati:

FUNZIONE

- 1) strato con funzione portante di collegamento tra sottostante strato di base bitumato e sovrastante strato di usura,
- 2) strato di risagomatura o consolidamento di pavimentazioni esistenti

DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento (BINDER) è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 4 a 8 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Dovranno essere conformi alla norma UNI EN 13043 e ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante il rispetto della normativa stessa.

A) *Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 45\text{mm}$*

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

<i>requisito</i>	<i>norma</i>	<i>valore richiesto</i>	<i>categoria</i>
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	$\leq 30 \%$	LA 30
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	$\geq 80 \%$	C 80/0
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	$\leq 30 \%$	FI 30
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1 \%$	F1
Assorbimento acqua	UNI EN 1097 - 6	$\leq 1,5 \%$	WA ₂₄ 2

B) *Aggregato fine: $D < 2\text{ mm}$ e $d > 0,063\text{ mm}$*

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

<i>requisito</i>	<i>norma</i>	<i>valore richiesto</i>	<i>categoria</i>
Prova dell'equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$> 70 \%$	
Quantità di frantumato		$\geq 50 \%$	
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 5 \%$	f5

(*) L'utilizzo di aggregati con contenuto di fini dal valore "f₅" fino al valore "f₁₀" potrà essere autorizzato dalla D.L. previa richiesta.

C) *Additivo minerale o "Filler"*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

<i>requisito</i>	<i>norma</i>	<i>valore richiesto</i>
Passante al setaccio uni 2mm	UNI EN 933-10	100%
Passante al setaccio uni 0,125	UNI EN 933-10	85% - 100%
Passante al setaccio uni 0,063	UNI EN 933-10	70 % - 100%
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179 -1	$D_{R\&B} \geq 5\%$

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato per strato di collegamento è possibile l'utilizzo di materiale fresato con i seguenti limiti e condizioni:

1. Provenienza del materiale da fresature di qualsiasi strato di pavimentazioni;
2. Classificazione del materiale secondo norma UNI EN 13108/8;
3. Vagliatura del materiale alla pezzatura massima di 20mm, al fine di evitare elementi grossolani e ridurre la "variabilità" della miscela;
4. Rispondenza agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato.
5. Percentuale massima di fresato e additivi rigeneranti del bitume vecchio ACF in % sul bitume totale:

Binder con bitume normale	Binder con bitume modificato Hard	Binder con bitume modificato Soft
20% + ACF 0,2 / 0,4 %	20% + ACF 0,2 / 0,4 %	25% + ACF 0,2 / 0,4 %

6.
L'impr

esa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

LEGANTI

F) *Bitume normale o modificato*

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato bitume normale o modificato, la cui scelta è stabilita dal Progetto esecutivo o dalla DL mentre le caratteristiche dei bitumi sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

Il quantitativo d'impiego ottimale viene definito dall'appaltatore per mezzo delle prove Marshall o Volumetriche ma comunque deve essere contenuto nei limiti minimo e massimo del presente CSA.

Nel caso di utilizzo di "fresato bituminoso", in relazione alla sua percentuale di impiego, il legante seguirà le prescrizioni riportate nella EN 13108-1.

Il *bitume normale* deve essere impiegato con penetrazione 50/70 o 70/100 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 50/70 per condizioni ambientali esistenti in pianura riservando l'uso del bitume 70/100 per strade di collina e montagna.

Il *bitume modificato* deve essere impiegato con penetrazione 50/70 e con modifica Hard o Soft .

ADDITIVI

H) *Attivante adesione*

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato "Attivante di adesione" le cui caratteristiche sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

L'"Attivante di adesione" definito come Dopes favorisce l'adesione bitume-inerti e migliora la durabilità all'acqua in particolare in presenza di inerti di natura silicea (quarziti, graniti, porfidi) oppure in caso di lavorazioni con condizioni meteo non favorevoli, con aggregati umidi o per pavimentazioni esposte a temperature basse con frequente spargimento di sale disgelante. Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%-0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti.

I) *Attivante di rigenerazione*

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso con reimpiego di fresato dovrà essere utilizzato un "Attivante di rigenerazione" o ACF le cui caratteristiche sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

Il vecchio bitume contenuto nel fresato pur nei limiti previsti al precedente punto infatti, in parte più o meno rilevante, viene inglobata nel nuovo bitume e provoca un indurimento del legante complessivo e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso.

L'attivante modifica e migliora le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante complessivo derivante dalla mescola tra il vecchio bitume e il nuovo bitume.

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere in misura del 0,2% - 0,5% in peso del bitume totale.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti di fuso nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BINDER 0 / 20 (fuso Anas)
Setacci UNI	% di passante
20	100
16	90 - 100
12,5	66 - 86
8	52 - 72
4	34 - 54
2	25 - 40
0,5	10 - 22
0,25	6 - 16

0,063	4 - 8
Quantità di bitume sul peso miscela min - max	4,10% ÷ 5,50%
Spessore	4cm ÷ 8cm

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI del CONGLOMERATO con BITUME NORMALE per BINDER				
Caratteristiche	normativa	u.m.	50/70	70/100
<i>Temperatura conglomerato</i>				
All'impianto di produzione		°C	145 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 135	
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>				
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 10,00	
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	3 - 7	
Resistenza a trazione Indiretta a 25°C (Brasiliana)	UNI EN 12697-23	N/mm ²	0,70 – 1,35	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697-31	N/mm ²	> 65	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	N/mm ²	> 90	
<i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i>				
Vuoti a 10 rotazioni N1	UNI EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00	
Vuoti a 100 rotazioni N2	UNI EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00	
Vuoti a 180 rotazioni N3	UNI EN 12697- 8	%	> 2,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697-31	N/mm ²	0,72 – 1,40	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697-31	N/mm ²	> 65	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall		%	97	97
Regolarità superficiale: regolo di 4 m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 6 mm			
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max. 8,00 min 3,00 – max 8,50 per pendenza strada >6%	

REQUISITI DEL CONGLOMERATO CON BITUME MODIFICATO PER BINDER				
	normativa	u.m.		
<i>Temperatura conglomerato</i>				
All'impianto di produzione		°C	150 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150	
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>				
Tipo di bitume contenuto			30 / 50	50 / 70
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 10,00	
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	3,00 – 7,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	0,95 – 1,70	
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	> 75	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90	
<i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i>				

Vuoti a 10 rotazioni N1	UNI EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00
Vuoti a 120 rotazioni N2	UNI EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00
Vuoti a 200 rotazioni N3	UNI EN 12697- 8	%	> 2,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	0,95 – 1,70
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	> 75
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione			
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		97% 97%
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 6 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	min 3,00 – max 8,00 3,00 - 8,50 per pendenza strada > 6%

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

Art. 57

Conglomerato bituminoso per strati di usura

I conglomerati bituminosi preconfezionati a caldo di cui al presente articolo sono definiti dalle norme UNI EN 13108 – 1 e sono così caratterizzati:

FUNZIONE

Strato superficiale della pavimentazione bituminosa a contatto con le gomme veicolari con funzione di strato di aderenza, resistenza alle azioni tangenziali e alla deformazione plastica per ormaimento.

DESCRIZIONE

Lo strato di usura (USURA) è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 3 a 6 cm.

Spessori inferiori saranno consentiti solo per particolari applicazioni (ad es. per strati di livellamento intermedi) e con adeguate scelte del fuso granulometrico.

INERTI

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati grossi, fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato.

A) Aggregato grosso: d> 2mm e D<45 mm

Sarà costituito esclusivamente da elementi di frantumazione o naturali a spigoli vivi, privi di elementi in fase di alterazione, polvere, materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

		USURA normale		USURA aderenza migliorata	
		<i>valore richiesto</i>	<i>cat.</i>	<i>valore richiesto</i>	<i>cat.</i>
<i>requisito</i>	<i>norma</i>				
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 25	LA25	≤ 20	LA20
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	≥ 40	PSV42	≥ 44	PSV44
Indice di appiattimento	UNI EN 933 - 3	≤ 20	FI 20	≤ 15	FI 15
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	100%	C 100/0	100%	C 100/0
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1	F1	≤ 1	F1
Affinità bitume - aggregato (Spogliamento)	EN 12697-11	≤ 5%		≤ 5%	
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤ 1,5	WA ₂₄ 2	≤ 1,5	WA ₂₄ 2

Per lo strato d'usura Normale la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa (trattenuta al setaccio ISO 4.0 mm) pari almeno al 35% del totale (compresi sabbia e filler) di natura non carbonatica con resistenza alla frammentazione $LA \leq 20$ ed alla levigabilità $PSV \geq 44$. La Direzione Lavori può prendere in considerazione l'eventuale proposta dell'Impresa di impiegare aggregati di natura non carbonatica con resistenza alla frammentazione $LA > 20$, purché la resistenza alla levigabilità sia $PSV \geq 48$.

B) Aggregato fine: passante al 2 mm e trattenuto allo 0,063 mm

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti :

requisito	norma	valore richiesto	categoria
Prova dell'equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 70 %	
Quantità di frantumato		≥ 70 %	
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤ 5 %	f5

C) Additivo minerale o "Filler"

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

requisito	norma	valore richiesto
Passante al setaccio uni 2mm	UNI EN 933-10	100%
Passante al setaccio uni 0,125	UNI EN 933-10	85% - 100%
Passante al setaccio uni 0,063	UNI EN 933-10	70 % - 100%
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179 -1	$D_{R\&B} \geq 5\%$

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

D) Argilla espansa (eventuale)

Ha la funzione di alleggerire la pavimentazione migliorandone nel contempo le caratteristiche di aderenza e di fonoassorbimento. L'argilla espansa di tipo strutturale avrà pezzatura da 3 a 11mm con curva costante e risponderà ai seguenti requisiti:

Resistenza allo schiacciamento	> 27 daN/cm ²	UNI 7549/ parte 7
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	≥ 40
Coefficiente di Levigabilità accelerata CLA	> 45 %	UNI EN 1097-8
Trattenuto al crivello UNI 10 mm in peso	< 10%	
Passante al crivello UNI 3 mm in peso	< 10%	

Potrà essere utilizzata in Percentuale dal **10,00 - 12,00 %** sulla miscela degli aggregati.

Nel caso di utilizzo dovrà consentire le stesse prestazioni strutturali del tappeto con inerti normali mentre le caratteristiche di aderenza dovranno essere pari o superiori a quelle previste per i tappeti ad aderenza migliorata.

La riduzione del livello sonoro (differenza letture fonometro pre/post stesa a 10 m max dalla strada) UNI –ISO 7188 dB (A) > 3

E) Fresato bituminoso

Per la realizzazione del conglomerato per strato di usura è possibile l'utilizzo di materiale fresato con i seguenti limiti e condizioni:

1. Provenienza del materiale solo da fresature di strati di pavimentazioni d'usura o usura drenante;
2. Classificazione del materiale secondo norma UNI EN 13108/8;
3. Vagliatura del materiale alla pezzatura massima di 20mm, al fine di evitare elementi grossolani e ridurre la "variabilità" della miscela;
4. Rispondenza agli stessi requisiti del conglomerato senza fresato.
5. Percentuale massima di fresato e additivi rigeneranti del bitume vecchio ACF in misura% sul bitume totale

Usura con bitume normale	Usura con bitume modificato Hard o Soft
10% + ACF 0,2 / 0,4 %	15% + ACF 0,2 / 0,4 %

L'impresa esecutrice dovrà dichiarare l'utilizzo del materiale fresato alla D.L. prima dell'inizio dei lavori nello STUDIO DELLA MISCELA da presentarsi obbligatoriamente.

LEGANTI

G) Bitume normale o modificato

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato bitume normale o modificato, la cui scelta è stabilita dal Progetto esecutivo o dalla DL mentre le caratteristiche dei bitumi sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

Il quantitativo d'impiego ottimale viene definito dall'appaltatore per mezzo delle prove Marshall o Volumetriche ma comunque deve essere contenuto nei limiti minimo e massimo del presente CSA.

Nel caso di utilizzo di "fresato bituminoso", in relazione alla sua percentuale di impiego, il legante seguirà le prescrizioni riportate nella EN 13108-1.

Il *bitume normale* deve essere impiegato con penetrazione 50/70 o 70/100 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 50/70 per condizioni ambientali esistenti in pianura riservando l'uso del bitume 70/100 per strade di collina e montagna.

Il *bitume modificato* deve essere impiegato con penetrazione 50/70 e con modifica Hard o Soft .

J) Attivante adesione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere impiegato "Attivante di adesione" le cui caratteristiche sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

L'"Attivante di adesione" definito come Dopes favorisce l'adesione bitume-inerti e migliora la durabilità all'acqua in particolare in presenza di inerti di natura silicea (quarziti, graniti, porfidi) oppure in caso di lavorazioni con condizioni meteo non favorevoli, con aggregati umidi o per pavimentazioni esposte a temperature basse con frequente spargimento di sale disgelante. Il dosaggio dovrà variare secondo le caratteristiche d'impiego, della natura degli inerti lapidei e sarà compreso in genere tra lo 0,2%- 0,4% sul peso del legante bituminoso.

L'impresa esecutrice dovrà scegliere il tipo e il dosaggio di additivo in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento degli inerti e di durabilità all'azione dell'acqua del conglomerato (Perdita di stabilità o la Perdita di resistenza a trazione indiretta dopo immersione in acqua) previste nelle tabelle dei requisiti.

K) Attivante di rigenerazione

Nel confezionamento del conglomerato bituminoso con reimpiego di fresato dovrà essere utilizzato un "Attivante di rigenerazione" o ACF le cui caratteristiche sono definite nel relativo articolo del presente CSA.

Il vecchio bitume contenuto nel fresato pur nei limiti previsti al precedente punto infatti, in parte più o meno rilevante, viene inglobata nel nuovo bitume e provoca un indurimento del legante complessivo e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso.

L'attivante modifica e migliora le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante complessivo derivante dalla miscela tra il vecchio bitume e il nuovo bitume.

Il dosaggio di ACF varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto ed è da calcolarsi in funzione della percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere in misura del 0,2% - 0,4% in peso del bitume totale.

L'immissione degli attivanti nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

I prodotti devono essere approvati dalla D.L. sulla base di specifiche prove eseguite in Laboratori accreditati.

La presenza degli attivanti nel bitume può essere accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (Prova colorimetrica).

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	USURA 0 / 12 (fuso Anas B)	USURA 0 / 16 (fuso Anas A)
Setacci UNI	% passante	% passante
16		100
12,5	100	90 -100
8	90 - 100	70 - 88
4	44 - 64	40 - 58
2	28 - 42	25 - 38
0,5	12 - 24	10 - 20
0,25	8 - 18	8 - 16
0,063	6 - 10	6 - 10
Quantità di bitume sul peso miscela min - max	4,80% ÷ 6,40%	4,50% ÷ 6,10%
Spessori min - max	3 cm	4 cm ÷ 6 cm

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO CON BITUME NORMALE PER USURA			
CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	bitume 50/70 o 70/100
<i>Temperatura conglomerato</i>			
All 'impianto di produzione		°C	145 - 180
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 135

<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>			
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 11,00
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	3,00 – 6,00
Perdita di stabilità dopo 15giorni di immersione in acqua	UNI EN 12697-12	%	< 20
Resistenza a trazione Indiretta a 25°C (Brasiliana)	UNI EN 12697-23	N/mm ²	0,7 – 1,6
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C		N/mm ²	≥ 65
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	N/mm ²	> 90
<i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i>			
Vuoti a 10 rotazioni N1	UNI EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00
Vuoti a 120 rotazioni N2	UNI EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00
Vuoti a 210 rotazioni N3	UNI EN 12697- 8	%	> 2,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	0,72 - 1,60
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	≥ 65
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione			
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall			97%
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita della pavimentazione = 5 mm		
Coeff. Aderenza Trasversale a 15–90 gg a 20°C (Scrim)	CNR 147/92	CAT ₂₀	tappeto normale > 0,55 tappeto aderenza migliorata > 0,58
Resistenza attrito radente tra 60° e 180° giorno da apertura al transito (Skid-tester)	UNI EN 13036-4	PTV	tappeto normale > 60 tappeto aderenza migliorata > 62
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)	UNI EN 12697-8	%	Min. 3,00 – max 7,00 min. 3,00 – max 8,00 per pendenza strada > 6%

REQUISITI DEL CONGLOMERATO CON BITUME MODIFICATO per USURA

caratteristiche	normativa	u.m.	Bitume 50 / 70
<i>Temperatura conglomerato</i>			
All 'impianto di produzione		°C	150 - 180
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>			
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	KN	≥ 11,00
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 5,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	UNI EN 12697-8	%	3 - 6
Prova di resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 12697-23	N/mm ²	≥ 0,90
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C		N/mm ²	≥ 75
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90
<i>Metodo Volumetrico EN 12697-31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i>			
Vuoti a 10 rotazioni N1	UNI EN 12697- 8	%	11,00 – 15,00
Vuoti a 130 (b.soft) - 140 (b. hard) rotazioni N2	UNI EN 12697- 8	%	3,00 – 6,00
Vuoti a 220 (b.soft) - 230 (b. hard) rotazioni N3	UNI EN 12697- 8	%	> 2,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697-31	N/mm ²	0,95 – 1,90
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C a N3	UNI EN 12697- 31	N/mm ²	> 75
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90
Caratteristiche conglomerato finito dopo la stesa e la compattazione			
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73	%	97

Coeff. Aderenza Trasversale tra 15° e 90° giorno (Scrim)	CNR 147/92	CAT	tappeto normale > 0,55 tappeto aderenza migliorata > 0,58
Resistenza attrito radente tra 60° e 180° giorno da apertura al transito (Skid-tester)	UNI EN 13036-4	PTV	tappeto normale > 60 tappeto aderenza migliorata > 62
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	min. 3,00 – max. 7,00 min.3,00 – max.8,00, per pendenza strada > 6%

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente. Prima di iniziare i lavori l'impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa all'origine dei materiali utilizzati, la marcatura CE nonché la certificazione di marcatura CE dell'impianto che fornisce i conglomerati bituminosi.

ART. 58 Confezione, trasporto e posa dei conglomerati

CONFEZIONE A CALDO

I conglomerati bituminosi dovranno essere confezionati mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche e mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni parte. La produzione non dovrà essere spinta oltre la potenzialità dell'impianto affinché sia garantito il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione e dovrà essere in grado di realizzare miscele del tutto corrispondenti a quelle proposte, il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. La D.L. si riserva l'approvazione dell'impiego di impianti continui (tipo drum mixer) valutando la tipologia proposta e comunque il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

L'impianto deve 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 dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli inerti dovrà essere convenientemente sistemata per eliminare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua, che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere separati tra loro e l'operazione di rifornimento dei predosatori deve essere eseguita con la massima cura. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura dei componenti la miscela, in modo da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante,

La temperatura dei componenti all'atto della miscelazione dovrà essere:

- inerti lapidei compresa fra 150°C e 180°C, legante da 140°C a 170°C per conglomerati con bitume normale.
- inerti lapidei compresa fra 160°C e 180°C, legante da 150°C a 170°C per conglomerati con bitume modificato,

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

TRASPORTO

Il trasporto dell'impianto di confezione al cantiere e lo scarico dei materiali bituminosi devono essere eseguiti in modo da evitare alterazioni della loro regolarità ed uniformità; i mezzi di trasporto, di adeguata portata ed in numero sufficiente per alimentare con regolarità il cantiere, dovranno essere dotati di teloni di copertura per evitare raffreddamenti superficiali e formazione di crostoni.

La durata del trasporto deve essere tale da garantire la temperatura minima del conglomerato alla stesa.

La distanza dell'unità produttiva potrà essere elemento discriminante per l'accettazione a priori del materiale da parte della D.L.

POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del conglomerato bituminoso dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque la stesa degli strati usura deve essere sospesa quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 6°C per i conglomerati con bitume base e 8°C per i conglomerati con bitume modificato.

Prima della stesa del conglomerato il piano di posa dovrà essere privo di croste e residui instabili della vecchia pavimentazione e perfettamente pulito mediante moto spazzatrice.

Di seguito dovrà essere applicata una emulsione bituminosa d'ancoraggio o attacco al fine di garantire l'adesione tra le superfici; parimenti tutti i bordi e i margini comunque limitanti la pavimentazione e i suoi singoli rami (come, per es., i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro e ai cordoli laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) devono essere spalmati con emulsione bituminosa, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità e adesione delle parti.

L'impiego di emulsione con bitume normale o modificato è in funzione della tipologia del nuovo strato da stendere secondo la seguente tabella:

tipo	mano d'attacco	quantità di emulsione da impiegare: bitume residuo
conglomerato con bitume normale	<i>Emulsione bituminosa normale</i> cationica a rottura media al 55% di bitume residuo	0,30 kg/m ² su pavimentazione sottostante nuova
conglomerato con bitume modificato	<i>Emulsione bituminosa modificata</i> cationica a rottura media al 60% di bitume residuo	0,35 kg/m ² per ricarica vecchia pavimentazione 0,45 kg/m ² su superficie fresata

Per le caratteristiche dell'emulsione bituminosa vedasi l'articolo "Leganti e additivi per Conglomerato e mano d'attacco".

A seguito della "rottura" dell'emulsione bituminosa si procederà con la posa in opera dei conglomerati bituminosi che verrà effettuata a mezzo di macchine, vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza dotate di automatismi di autolivellamento.

Dette finitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di stesa dovrà essere mediamente compresa tra i 6 e i 7 metri/minuto.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, rilevata immediatamente dietro la finitrice, non deve risultare inferiore a:

- 135°C per i conglomerati con bitume tal quale;
- 150°C per i conglomerati con bitume modificato.

Poiché la stesa di conglomerato deve essere immediatamente sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la buona riuscita del lavoro le parti già stese eventualmente compromesse devono essere immediatamente rimosse e successivamente ricostruite a spese dell'Impresa.

CONFEZIONAMENTO, TRASPORTO E POSA CONGLOMERATO "A TIEPIDO"

La miscela bituminosa può essere prodotta a tiepido, sia su richiesta della Direzione Lavori sia per scelta dell'Azienda produttrice.

La produzione tiepida può essere raggiunta con qualsiasi tecnologia o additivo, ma in ogni caso deve essere rispettato quanto segue:

- La temperatura di produzione minima del conglomerato bituminoso pari a 140 °C all'impianto, allo scarico sul cassone del camion;
- La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 85°C;
- Le prestazioni della miscela tiepida devono essere le medesime di quella calda; pertanto devono essere rispettate tutte le prescrizioni previste per le miscele a caldo.

GIUNTI

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali mediante affiancamento tempestivo e comunque entro la giornata di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura dei due bordi.

Se il bordo precedente risulta danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio in verticale con idonea attrezzatura.

Inoltre tutte le giunzioni dovranno essere battute e finite con gli appositi pestelli opportunamente scaldati.

COMPATTAZIONE

La compattazione del conglomerato deve essere iniziata subito dopo la stesa e deve essere condotta a termine senza soluzione di continuità.

Il costipamento deve essere realizzato di norma con rulli dei seguenti tipi:

- Strato di base, basebinder e binder: rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t ;
- Strato di usura: rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10t;

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese.

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

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, gommato o metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 96% del provino Marshall per lo strato di base e del 97% per gli strati d'usura e binder.

La sagoma stradale, a posa avvenuta del conglomerato bituminoso di collegamento e/o di usura, sia in rettilineo che in curva, dovrà essere secondo le indicazioni della D.L.

In ogni caso dovrà essere garantito il regolare deflusso delle acque meteoriche sulla sede stradale.

ART. 59 Conglomerato bituminoso ad Alto Modulo

Il conglomerato bituminoso preconfezionato a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 1, titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego o riciclaggio, chiuso, composto da una curva granulometriche uguali a quelle dei conglomerati tradizionali con aggiunta di bitume modificato a bassa penetrazione e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche dei conglomerati tradizionali di base, binder ed usura ai quali è sostituito il bitume normale con idoneo bitume modificato con polimeri a bassissima penetrazione.

La modifica del bitume e la scelta di curve granulometriche diverse da quelle dei conglomerati tradizionali consentono di aumentare la rigidità della pavimentazione accrescendo la capacità portante (nei conglomerati di base e di collegamento) e migliorando il comportamento a fatica della pavimentazione aumentandone la vita utile.

Le modalità di produzione e posa sono simili, in particolare la temperatura di lavorazione e stesa deve essere aumentata di circa 10°C rispetto ai conglomerati tradizionali.

INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

A) *Aggregato grosso*

Vedasi le caratteristiche previste.

B) *Aggregato fine*

Vedasi le caratteristiche previste.

C) *Additivo minerale o "Filler"*

Vedasi le caratteristiche previste.

LEGANTI

D) *Bitume*

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche con le caratteristiche specificate nella tabella di seguito riportata.

CARATTERISTICHE	NORMATIVA	u.m.	TIPO DI BITUME EN 14023	
			10/30	30/50
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	10/30	30/50
Punto di rammollimento (palla e anello)	EN 1427	°C	> 70	> 65
Punto di rottura (Fraass)	EN12593	°C	< - 6	< - 8
Viscosità dinamica a 160°	EN13072-2	Pa*s	> 0, 60	> 0, 40
Ritorno elastico a 25°C	EN13398	%	> 50	> 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C				
Differenza Penetrazione Punto rammollimento	EN13399	dmm °C	< 5	< 5
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1				
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 60	> 60
Variazione massima del rammollimento	EN 1427	°C	+/- 5	+/- 5

Come legante deve essere impiegato bitume di penetrazione 10/30 o 30/50 a scelta della D.L., in funzione del volume e del tipo di traffico che percorre la strada e delle condizioni ambientali e stagionali. Di preferenza verrà utilizzato il bitume 10/30 per strati di base e di collegamento sotto traffico molto pesante e lento.

E) *Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco*

L'emulsione bituminosa deve essere impiegata per l'ancoraggio di un nuovo strato di conglomerato bituminoso sovrapposto alla superficie esistente al fine di impedire lo scorrimento relativo. Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 55% di bitume residuo (EC R 55 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m.	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	55 +/- 2
Contenuto d'acqua	EN 1428	% peso	45 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	5 - 10
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	3
Valore di rottura		n° puro	50 - 100
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			

Penetrazione a 25°C	EN 1429	mm/10	50-70
Punto di ramollimento	EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 75

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita: tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

ADDITIVI

F) *Attivante adesione*

Sono da aggiungere alla miscela con le modalità e caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base" con bitumi normali.

IMPIEGO DI FRESATO BITUMINOSO

Per la realizzazione del conglomerato non è possibile l'utilizzo di materiale fresato ;

CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI BASE (BASE AM

DESCRIZIONE

Lo strato di base è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessori di posa compressi da 8 a 12 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della norma UNI EN 13043:2004.

A1) *Aggregato grosso: $d > 2\text{mm}$ e $D < 45\text{mm}$*

Sarà costituito da elementi frantumati ghiaie, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Dimensione massima	30 mm		
Requisiti di granulometria	G _c 85/20	UNI EN 13043 prosp.2	
Percentuale di superfici frantumate	C _{100/0}	UNI EN 933-5	Per inerti con $d \geq 4\text{mm}$
Resistenza alla frammentazione	LA ₂₂	UNI EN 1097-2	
Coefficiente di appiattimento	FI ₃₀	UNI EN 933-3	
Resistenza al gelo disgelo	<input type="checkbox"/> S _{LA30}	UNI EN 1367-1	
Spogliamento in acqua	< 5%	CNR 138/1992	accettate entrambe le modalità di prova
Affinità tra aggregato e bitume		EN 12697-11	

B1) *Aggregato fine: $D < 2\text{mm}$ $d > 0,063\text{mm}$*

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

prova al blu di metilene	MBF < 10	UNI EN 933-8
Prova dell'equivalente in sabbia	> 70 %	UNI EN 933-8

A) *Aggregato filler*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BASE A.M. 0 / 30
Crivelli e setacci UNI	% di passante
30	100
20	80 - 100
15	60 - 85
10	40 - 65
5	30 - 50
2	20 - 36
0,42	12 - 20
0,18	8 - 15
0,075	6 - 12
<i>Quantità di bitume sul peso inerti secchi</i>	4,80% - 6,00%

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
Tipo di bitume contenuto	Normativa	u.m.		
<i>Temperatura conglomerato</i>				
All 'impianto di produzione		°C	150 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 150	
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>				
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 17,00	
Rigidità Marshall	EN 12697-34	KN/mm	≥ 3,00	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	1,00 – 4,00	
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 1,20	
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua Valutazione dell'effetto di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione				
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		96%	
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie			Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 10 mm	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti (carota)	EN 12697-8	%	Min 1,00 - max 5,00	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI COLLEGAMENTO O LIVELLAMENTO (BINDER)

DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compreso da 5 a 7 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti più semplicemente inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti.

Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della norma UNI EN 13043:2004.

A2) *Aggregato grosso: d>2mm e D<45mm*

Sarà costituito da ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi in fase di alterazione, polvere e materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

Dimensione massima	30 mm		
Requisiti di granulometria	G _c 85/20	UNI EN 13043 prosp.2	
Percentuale di superfici frantumate	C _{100/0}	UNI EN 933-5 prosp.9	
Resistenza alla frammentazione	LA ₂₂	UNI EN 1097-2	

Coefficiente di appiattimento	Fl ₃₀	UNI EN 933-4	
Resistenza al gelo disgelo	□S _{LA30}	UNI EN 1367-1	
Spogliamento in acqua (Affinità ai leganti bituminosi)	< 5%	CNR 138/1992 (EN 12697-11)	accettate le modalità di prova
Porosità Assorbimento d'acqua	< 1,5% WA ₂₄ 2	CNR 65/1978 EN 1097-6 punto 7	accettate le modalità di prova

B2) Aggregato fine: D<2 mm d>0,063 mm

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono soddisfare i seguenti requisiti:

prova al blu di metilene	MBF < 10	UNI EN 933-8
Prova dell'equivalente in sabbia	> 70 %	UNI EN 933-8

C) Aggregato Filler

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asphaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	BINDER A.M. 0 / 20
Crivelli e setacci UNI	% di passante
30	100
20	80 - 100
15	70 - 90
10	55 - 75
5	35 - 55
2	28 - 42
0,42	12 - 24
0,18	10 - 15
0,075	6 - 12
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	5,20% - 6,50%

La quantità di Bitume, riferita al peso totale degli inerti secchi, variabile nell'intervallo 5,20 – 6,50 %, in ogni caso deve essere tale da conferire al conglomerato le proprietà fisiche-meccaniche sotto riportate, rilevate attraverso la prova Marshall eseguita secondo le Norme ASTM D 1559, a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
	normativa	u.m.		
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>				
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 17,00	
Rigidità Marshall	EN 12697-34	KN/mm	≥3,00	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	1,00 – 4,00	
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 1,00	
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25	
Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e la compattazione				

Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73		97%	
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita	pavimentazione = 6 mm	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	EN 12697-8	%	min1,00 – max 5,00	

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONGLOMERATO BITUMINOSO ALTO MODULO PER STRATI DI USURA (USURA)

DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di inerti, additivi e bitume mescolati e stesi a caldo a caldo con macchina vibrofinitrice con spessore di posa compresso da 4 a 5 cm.

INERTI

Gli aggregati lapidei detti anche inerti formano lo scheletro degli strati costituenti la sovrastruttura stradale.

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla Direttiva 89/106/CEE recepita con D.P.R. 246/2003 e applicata con Decreto Min. Attività Produttive del 7/4/2004 che definisce per gli aggregati per conglomerati bituminosi l'impiego della UNI EN 13043:2004.

A3) Aggregato grosso: d> 2mm e D<45 mm

Sarà costituito esclusivamente da elementi di frantumazione o naturali a spigoli vivi, privi di elementi in fase di alterazione, polvere, materiali estranei. Qualunque sia la loro provenienza o natura petrografica, i materiali devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

	Tappeto	
Dimensione massima	15 mm	
Requisiti di granulometria	G _c 90/10	UNI EN 13043 prosp. 2
Percentuale di superfici frantumate	C _{100/0}	UNI EN 933-5
Resistenza alla frammentazione	LA ₂₂	UNI EN 1097-2
Resistenza alla levigazione	PSV ₄₄	UNI EN 1097-8
Indice di forma	FI ₂₀	UNI EN 933-4
Resistenza al gelo disgelo	F1	UNI EN 1367-1
Spogliamento in acqua (Affinità ai leganti bituminosi)	0 %	CNR 138/1992 (EN 12697-11)
Porosità	< 1,5%	CNR 65/1978
Assorbimento d'acqua	WA ₂₄ 2	UNI EN 1097-6

B3) Aggregato fine: passante al 2 mm e trattenuto allo 0,063 mm

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

Requisiti di granulometria	G _F 85	UNI EN 13043 prospetto 2
Prova dell'equivalente in sabbia	> 70 %	UNI EN 933-8

C) Aggregato filler

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate. Il rapporto filler/bitume sarà compreso tra 1,1 e 1,7.

MISCELA

Le miscele degli inerti impiegati per il confezionamento dei conglomerati devono avere composizione granulometrica costituita da una curva continua compresa nei seguenti limiti e contenuta nei fusi riportati alle pagine allegate al termine del presente capitolato speciale nonché soddisfare i requisiti di seguito elencati:

FUSO	TAPPETO 0 / 18
Serie EN	
1,4 D	100 - 100
18	90 - 100
12,5	63 - 100
10	80 - 90
8	53 - 80
4	43 - 65
2	25 - 45
0,5	6 - 15
0,063	5 - 8
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	5,00% - 7,00%
Spessore cm min - max	4 - 5

REQUISITI DEL CONGLOMERATO			
caratteristiche	normativa	u.m.	Bitume modificato 30/50
<i>Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia</i>			
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 15,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	>3,00
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	3,00 – 5,00
Prova di resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mm ²	> 1,00
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN12697-12	%	< 25
Caratteristiche conglomerato finito dopo la stesa e la compattazione			
Massa vol. su carote rispetto campione Marshall	CNR 40/73	%	98
Coeff. Aderenza Trasversale 15–90 gg (Scrim)	CNR 147/92	CAT	> 0,60
Resistenza attrito radente 15–90 gg (Skid-tester)	EN 13036-4	BPN	> 60
Macrorugosità superficiale 15–180 gg	CNR 94/83	HS	> 0,60
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie		Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm	
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti residui	EN 12697-8	%	min 3,00 – max 6,50

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la COMPOSIZIONE DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La D.L potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

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 degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitume modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati. L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque per la stesa del Tappeto d'usura quando la temperatura esterna risulta inferiore ai **8°C**.

MANO D'ATTACCO Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della mano di attacco realizzata con emulsione bituminosa al 60% di bitume spruzzata con apposite macchine in quantità di 0,50 kg/mq (+/- 0,20).

POSA La posa in opera del conglomerato bituminoso, con spessore minimo di 3 cm, sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento. La velocità di avanzamento non deve essere superiore ai 4 – 5 metri/minuto. La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 150°C.

FORMAZIONE GIUNTI Nella posa in opera si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire l'adesione delle due strisciate. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare una emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. In alternativa si potrà riscaldare contemporaneamente con apposito apparecchio a raggi infrarossi (ristuccatore) il bordo della striscia adiacente stesa curando particolarmente il giunto longitudinale tra le due strisce.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali.

Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

COMPATTAZIONE Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato (dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione.

Il costipamento deve essere realizzato con rulli del peso minimo di 20 ton preferibilmente gommati, oppure metallici a rapida inversione di marcia di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche solo per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese.

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

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, gommato o metallico, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 96% del provino Marshall per lo strato di base e del 97% per gli strati d'usura e binder.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

ART. 60

Conglomerato bituminoso irruvidito ed antiscivolo tipo Splittmastix (SMA)

Il conglomerato bituminoso preconfezionati a caldo di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 5, titolo SMA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego a granulometria discontinua chiuso e impermeabile agli strati sottostanti, composto da una curva abbastanza discontinua con elevata quantità di graniglia in cui i vuoti sono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler, fibre organiche e additivi.

Ha la funzione di migliorare le caratteristiche di aderenza in condizioni di asciutto o bagnato, impermeabilizzare completamente gli strati sottostanti ed attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

Viene steso a caldo con spessori compresi tra 3 e 4 cm, previa applicazione di mano d'attacco con emulsione bituminosa modificata.

INERTI

Gli inerti devono essere non gelivi, duri e durevoli, non possono contenere particelle friabili, organiche, argillose, limose soggette a rigonfiamenti. Devono rispettare quanto definito dalla norma UNI EN 13043.

A) Aggregato grosso: $d > 2 \text{ mm}$ e $D < 45 \text{ mm}$

Dovrà essere costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di rocce lapidee di natura preferibilmente basaltica o derivanti dalla frantumazione di ciottoli e ghiaie, purché privi di elementi in fase di alterazione.

Non devono avere forma appiattita, allungata e lenticolare.

Qualunque sia la loro provenienza, detti materiali devono avere forma poliedrica a spigoli vivi, superfici rugose e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

Dimensione massima		15 mm
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C 100/0
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-1	LA 20
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV44
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI 30
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

Affinità ai leganti bituminosi	EN 12697-11	>80% a 6 ore, >75% a 12 ore
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 2

B) *Aggregato fine: D<2 mm e d>0,063 mm*

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{100/0}
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 70%
Contenuto di fini	UNI EN 933 - 1	f ₅

C) *Fresato*

Per la realizzazione del conglomerato NON È CONSENTITO l'utilizzo di materiale fresato proveniente da strati bitumati di pavimentazione stradale.

D) *Aggregato filler*

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica.

Devono soddisfare i seguenti requisiti:

Requisiti di granulometria per filler addizionati		
Passante al setaccio uni 0,125	> 85%	EN 13043 prospetto 24
Passante al setaccio uni 0,063	> 70%	EN 13043 prospetto 24

Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati costituenti il conglomerato bituminoso. Rapporto filler/bitume 1,10 – 1,70.

Qualora l'Impresa intenda impiegare fillers non contemplati nell'elenco sopra riportato, dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della D.L., corredando la richiesta con il risultato delle prove e delle ricerche di laboratorio effettuate.

LEGANTI

D) *Bitume*

Come legante deve essere impiegato bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche. Dovrà essere utilizzato bitume con penetrazione 50/70 nelle due tipologie classe 3 o classe 4 in funzione del tipo di traffico, delle condizioni ambientali e di temperatura operativa.

Il bitume deve soddisfare le caratteristiche di accettazione sotto riportate:

CARATTERISTICHE	NORMATIVA	u.m.	TIPO DI BITUME EN 14023	
			50/70 a	50/70 b
Penetrazione a 25°C	EN 1426	mm/10	50/70	50/70
Punto di rammollimento (Palla e anello)	EN 1427	°C	> 65	> 60
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	< - 15	< - 12
Viscosità dinamica a 160°	EN 13072-2	Pa*s	> 0, 40	> 0, 25
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	%	> 75	> 50
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C				
Differenza temperature: Penetrazione a 25°C Punto di rammollimento	EN 13399	dmm °C	< 5	< 5
Resistenza all'invecchiamento dopo RTFOT EN 12607-1				
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	> 60	> 60
Variazione massima del rammollimento	EN 1427	°C	5	5

E) *Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco*

Si utilizzerà per mano di attacco: emulsione CATIONICA da bitume modificato a rottura rapida al 65% di bitume residuo (EC R 65 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	65 +/- 2
Contenuto d'acqua	CNR 101/84	% peso	35 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	> 15
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	3
Valore di rottura		n° puro	50 - 100
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1429	mm/10	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 75

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:

tra strati di collegamento e tappeto d'usura: 0,35 kg/mq di bitume residuo.

ADDITIVI

F) Fibre per il rinforzo strutturale

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.

Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti celluloseici o anche polimerici (es polietilene ecc).

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele.

L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disgregazione e dispersione nel conglomerato, oltretutto per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.

Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.

Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

- Lunghezza (mm) 200 – 6000 , Diametro (mm) 8 – 20 , Resistenza alla trazione (GPa) 1,5 - 3
- Allungamento massimo (%) 1 – 3; Punto di fusione (°C) > 300 °C

G) Attivante adesione

Vedasi le caratteristiche riportate alla voce "Conglomerato per strati di base".

MISCELA

La Miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere composizione granulometrica compresa nei seguenti limiti:

	S.M.A. 0 / 16	S.M.A. 0 / 12.5
Serie EN	% DI PASSANTE IN PESO	% DI PASSANTE IN PESO
16	100	
12,5	90 - 100	100
8	75 - 90	85 - 100
4	30 - 45	30 - 45
2	20 - 30	20 - 30
0,5	10 - 20	12 - 22
0,125	9 - 18	9 - 16
0,063	8 - 13	7 - 11
<i>Quantità di bitume sul peso inerti secchi</i>	6,00% - 7,50%	6,00% - 7,50%
<i>Spessore cm min max</i>	4-5	3

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO

	EN	U.M.	
Tipo di bitume			50/70
Prova Marshall EN 12697-34 a 60° C, su provini costipati con 75 colpi per faccia			
Stabilità Marshall	EN 12697-34	KN	≥ 11,00
Rigidezza Marshall	EN 12697-34	KN/mm	3,00 – 4,50
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	2,00 - 4,00
Resistenza a trazione indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 0,60
Coefficiente di trazione indiretta	EN 12697-23	N/mmq	> 45
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 25
<i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot.1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam.150mm</i>			
Vuoti a 10 rotazioni	EN 12697- 8	%	10,00 – 14,00
Vuoti a 100 rotazioni	EN 12697- 8	%	Min 2,00 – max 6,00
Vuoti a 180 rotazioni	EN 12697- 8	%	> 2,00
Resistenza a trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.	EN 12697- 31	N/mmq	0,40 – 1,00
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C – 100 rotaz.	EN 12697- 31	N/mmq	> 35
Perdita di Resistenza a trazione Indiretta a 25°C dopo 15giorni di immersione in acqua	EN 12697-12	%	< 10
Caratteristiche conglomerato finito dopo stesa e la compattazione			
Massa vol. delle carote indist. rispetto provini Marshall	CNR 40/73	%	97
Coeff. Aderenza Trasversale a 15 –90 gg (Scrim)	CNR147/92	CAT	> 0,60
Resistenza attrito radente a 15 – 90 gg (Skid – tester)	EN 13036-4	BPN	> 60
Macrorugosità superficiale a 15 – 180 gg	EN 13036-1	HS	> 0,60
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm		
Determinazione delle caratteristiche dei vuoti	EN 12697-8	%	Min 4,00 - max 6,00

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

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 degli eventuali additivi.

Nella zona di stoccaggio degli inerti non vi sarà presenza di argille e/o ristagni d'acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi dovranno essere distinti.

Il bitumi modificato, se non usato subito, deve essere stoccato in cisterne riscaldate e dotate di impianti di agitazione e ricircolo.

La temperatura del legante bituminoso modificato, al momento della miscelazione deve essere costante e compresa tra i 150°C e i 170°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati.

L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

Il trasporto deve avvenire con un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare un'alimentazione regolare del cantiere, dotati di teloni di copertura e con distanza di percorrenza che garantisca la temperatura alla stesa non inferiore a 150°C.

POSA IN OPERA

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto.

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e comunque quando la temperatura esterna risulta inferiore ai 8°C.

MANO DI ATTACCO

Prima di iniziare la stesa del conglomerato è necessario provvedere alla stesa della Mano di Attacco realizzata con bitumi modificati con funzione di aggrappo e impermeabilizzazione da eseguire con due modalità alternative in funzione delle caratteristiche dello strato sottostante:

- membrana di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo $t > 180^{\circ}\text{C}$ con apposite macchine in quantità di 1,00 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8 l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.
- emulsione bituminosa al 70% di bitume modificato spruzzata con apposite macchine in quantità di 1,50 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8 l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.

POSA

Sulla mano d'attacco verrà steso lo strato di conglomerato con spessore minimo di 3 cm.

La posa in opera del conglomerato bituminoso sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento. La velocità di avanzamento non deve essere mediamente superiore ai 6 – 7 metri/minuto. La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 140°C .

FORMAZIONE GIUNTI

si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, meglio se si opera con due macchine vibrofinitrici affiancate in modo da garantire l'adesione delle due strisciate. Quando questo non è possibile è indispensabile utilizzare una emulsione cationica al 55% spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. In alternativa si potrà riscaldare contemporaneamente con apposito apparecchio a raggi infrarossi (ristuccatore) il bordo della striscia adiacente stesa curando particolarmente il giunto longitudinale tra le due strisce.

Quando il bordo della strisciata è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali.

Le due strisciate devono essere sfalsate di almeno 20 cm e il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

COMPATTAZIONE

Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione.

Il costipamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli statici del peso minimo di 8 ton di tipo metallico a rapida inversione di marcia, posti a circa 1 metro dalla finitrice. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche per le operazioni di rifinitura dei giunti e le riprese. Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La densità del conglomerato dopo la costipazione non dovrà avere un valore inferiore del 97% del provino Marshall.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

ART. 61

Conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente

Il conglomerato bituminoso di cui al presente capitolo è definito dalle norme UNI EN 13108 – 7 , titolo PA ed è costituito da aggregati lapidei di primo impiego a granulometria aperta con elevata quantità di graniglia e bassa presenza di sabbia, filler, bitume modificato, additivi e fibre per il rinforzo strutturale del bitume

Ha la funzione di ottimizzare le caratteristiche di aderenza in condizioni di pioggia e asciutto, garantire una buona visibilità ai veicoli transitanti eliminando i veli d'acqua sulla superficie stradale, attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici ed impermeabilizzare completamente gli strati sottostanti.

Il conglomerato viene steso in spessori compresi tra 3 e 6 cm, previa formazione di uno strato sottostante impermeabile su cui scorre l'acqua permeata dalla superficie.

INERTI

Gli inerti sono costituiti da elementi rispondenti alla norma UNI EN 13043.

A) *Aggregato grosso: $d > 2\text{ mm}$ e $D < 45\text{ mm}$*

Sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie derivanti dalla frantumazione di rocce lapidee di natura preferibilmente basaltica o derivanti dalla frantumazione di ciottoli e ghiaie, purché privi di elementi in fase di alterazione o in percentuali ridotte da aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso) $\geq 80\%$; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

Qualunque sia la loro provenienza, detti materiali devono avere forma poliedrica a spigoli vivi, superfici rugose e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

<i>requisito</i>	<i>norma</i>	<i>valore richiesto</i>	<i>cat.</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 20	LA20
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	≥ 44	PSV44

Indice di appiattimento	UNI EN 933 - 3	≤ 15	FI 15
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	80%	C 80/0
Resistenza al gelo disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1	F1
Affinità bitume - aggregato (Spogliamento)	EN 12697-11	≤ 5%	
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤ 1,5	WA ₂₄ 2

B) Aggregato fine: passante al 2 mm e trattenuto allo 0,063 mm

L'aggregato fine dovrà essere costituito prevalentemente da sabbia naturale o di frantumazione ottenuta da materiali di cava o di fiume e devono corrispondere ai seguenti requisiti:

requisito	norma	valore richiesto	categoria
Prova dell'equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 75 %	
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤ 18 %	f18

C) Additivo minerale o "Filler"

Gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce calcaree oppure possono essere costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica e polvere di roccia asfaltica. Devono soddisfare i seguenti requisiti:

requisito	norma	valore richiesto
Passante al setaccio uni 2mm	UNI EN 933-10	100%
Passante al setaccio uni 0,125	UNI EN 933-10	85% - 100%
Passante al setaccio uni 0,063	UNI EN 933-10	70 % - 100%
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179 -1	D _{R&B} ≥5%

Per la realizzazione del conglomerato NON è consentito l'utilizzo come aggregato grosso o fine di materiale fresato proveniente da strati bitumatl di pavimentazione stradale.

D) Fibre per il rinforzo strutturale del bitume

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica.

Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti.

Vanno impiegate obbligatoriamente per conglomerati bituminosi con % di vuoti > 15% (a n° giri medio N2 alla giratoria) per aumentarne la stabilità nel tempo.

L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti celluloseici o anche polimerici (es polietilene ecc).

In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

Le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata e comunque secondo le quantità e le modalità indicate sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati.

L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disgregazione e dispersione nel conglomerato, oltreché per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato.

Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante.

Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

- Lunghezza (mm) 200 – 6000 , Diametro (mm) 8 – 20 , Resistenza alla trazione (GPa) 1,5 - 3
- Allungamento massimo (%) 1 – 3; Punto di fusione (°C) > 300 °C

LEGANTI

D) Bitume

Come legante deve essere impiegato di norma bitume semisolido modificato con polimeri elastomerici e/o plastomerici di tipo Hard con penetrazione 50/70,.

Il bitume modificato deve soddisfare le caratteristiche di accettazione riportate nello specifico articolo.

E) Emulsione bituminosa modificata per mano d'attacco

Si utilizzerà per mano di attacco e con funzione impermeabilizzante una emulsione cationica da bitume modificato a rottura rapida al 65% di bitume residuo (EC R 65 M).

L'emulsione dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione previsti dallo specifico articolo.

La quantità di emulsione bituminosa modificata è pari a 1,5 kg/mq e successiva granigliatura.

MISCELA

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere composizione granulometrica compresa nei seguenti limiti:

FUSO	DRENANTE 0/14	DRENANTE 0/20
Serie UNI EN	% DI PASSANTE IN PESO	% DI PASSANTE IN PESO
20		100
14	100	90 - 100
12,5	94 - 100	
10	75 - 85	
8		12 - 35
6,3	20 - 32	
4	8 - 14	7 - 18
2	6 - 12	6 - 12
0,5	5 - 11	5 - 11
0,25	5 - 10	5 - 10
0,063	4 - 8	4 - 8
Quantità di bitume sul peso inerti secchi	5,30% - 6,30%	4,80% - 5,80%
Spessore cm min - max	3 cm - 4 cm	4 cm - 6 cm

Il conglomerato ottenuto dovrà rispettare le proprietà fisiche-meccaniche di seguito riportate:

REQUISITI DEL CONGLOMERATO				
	EN	u.m.	usura 0/14	usura 0/20
Tipo di bitume			50/70	
<i>Temperatura conglomerato</i>				
All'impianto di produzione		°C	150 - 180	
Alla stesa, dietro finitrice		°C	> 140	
<i>Metodo Volumetrico EN 12697- 31, pressione vert. kPa 600, angolo rot. 1,25°, velocità rot. 30giri/min, provino diam. 150mm</i>				
Vuoti a 10 rotazioni N1	EN 12697- 8	%	> 28,00	
Vuoti a 50 rotazioni N2	EN 12697- 8	%	> 22,00	
Vuoti a 130 rotazioni N3	EN 12697- 8	%	> 20,00	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C - N3	EN 12697- 31	N/mm ²	0,34 - 0,68	0,36 - 0,70
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C - N3.	EN 12697- 31	N/mm ²	> 25	> 30
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	%	> 90	
<i>Caratteristiche conglomerato dopo la stesa e compattazione</i>				
Coef. Aderenza Trasversale dal 15° al 90° gg (Scrim)	CNR 147/92	CAT	> 0,55	
Res. attrito radente dal 15° al 90° gg (Skid - tester)	EN 13036-4	PTV	> 60	> 55
Capacità drenante eseguita in sito con permeametro H250mm su 154 cmq		Litri/min	> 15	> 18
Coefficiente fonoassorbenza (tubo Kundt) su carote dal 15° al 60° giorno		Hz	400/630	800 / 1250 1600 / 2500
		a	> 0.25	> 0.50 > 0.25
Regolarità superficiale: regolo di 4m posto sulla superficie	Massimo scostamento dalla superficie finita pavimentazione = 5 mm			
Presenza di ristagni d'acqua sulla superficie della pavimentazione durante e dopo l'evento piovoso	Nessuno			
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	%	min. 15 - max. 26	min.16 - max 27

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori lo STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, composizione che naturalmente dovrà essere contenuta nei rispettivi limiti descritti precedentemente.

CONFEZIONAMENTO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi e automatizzati approvati dalla Direzione Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

L'impresa appaltatrice dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato.

La temperatura di stoccaggio del legante bituminoso deve essere garantita e compresa tra i 150°C e i 180°C, come lo deve essere quella degli inerti lapidei al momento della miscelazione compresa tra i 160°C - 180°C. Per la verifica delle temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi funzionanti e tarati.

L'umidità residua degli inerti lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0,50 % in peso.

POSA IN OPERA

I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e non dovranno eseguirsi con temperature esterne inferiori a 10°C, considerata la rapidità di raffreddamento dovuta all'elevata porosità dello strato.

DRENAGGIO ACQUE inizialmente va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso interstiziale delle acque:

- le opere esterne di drenaggio idrico e in particolare la canaletta laterale di raccolta lungo la banchina laterale
- la pendenza trasversale del piano di posa che deve avere una pendenza minima del 2,50%: sotto questo valore necessita risagomare il piano di posa. Controllo analogo va fatto sulla pendenza longitudinale.

È poi necessario procedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche la segnaletica orizzontale presente.

STRATO IMPERMEABILIZZANTE Successivamente si procederà con la stesa dello strato Impermeabilizzante secondo una delle 3 modalità alternative, in base alle caratteristiche del piano di posa:

- 1) *VECCHIA PAVIMENTAZIONE FRESATA IN CATTIVE CONDIZIONI, CON FESSURAZIONI*: stesa di una membrana (rinforzata tipo SAMI) di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo $T > 180^{\circ}\text{C}$ in quantità di 2,20 kg/mq (+/- 0,20) con apposite macchine in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto e il dosaggio previsto e con spargimento di graniglia 8/12mm prebitumata in quantità di 20l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, compattazione con rullo gommato e successivo passaggio di motospazzatrice per l'asporto della graniglia non ancorata alla membrana.
- 2) *VECCHIA PAVIMENTAZIONE FRESATA IN BUONE CONDIZIONI, SENZA FESSURAZIONI*: stesa di una membrana sottile di bitume modificato tipo 50/70 tal quale spruzzato a caldo $T > 180^{\circ}\text{C}$ in quantità di 1,20 kg/mq (+/- 0,20) con apposite macchine in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto e il dosaggio previsto e con spargimento di graniglia 8/12mm prebitumata in quantità di 6 – 8l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.
- 3) *PAVIMENTAZIONE NON FRESATA IN BUONE CONDIZIONI, SENZA FESSURAZIONI*: stesa di emulsione bituminosa al 70% di bitume modificato spruzzata con apposite macchine in quantità di 1,50 kg/mq (+/- 0,20) con spargimento di graniglia 8/12mm in quantità di 6 – 8l/mq per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere.

POSA Sullo strato impermeabilizzante verrà steso lo strato di conglomerato con posa in opera effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate d'automatismi d'autolivellamento.

La velocità di avanzamento non deve essere superiore ai 3 - 4 metri/minuto.

Lo strato va posato con un'unica passata per la sua intera altezza e senza interruzioni della stesa ed evitando operazioni manuali per la correzione di anomalie.

La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve mai essere inferiore ai 140°C.

FORMAZIONE GIUNTI La formazione dei giunti longitudinali deve essere realizzata in modo tale da garantire la perfetta adesione delle due strisciate. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuccatore a raggi infrarossi montato sulla vibrofinitrice. Non è invece possibile spruzzare emulsione cationica direttamente sul bordo freddo della striscia adiacente per l'adesione della stesa successiva poiché questo comprometterebbe la capacità drenante trasversale dello strato.

Il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate dalle ruote dei veicoli.

COMPATTAZIONE Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Il costipamento deve essere realizzato con rulli tandem del peso minimo di 8 ton in modalità statica (senza ausilio di vibrante) a rapida inversione di marcia, in modo da assicurare una densità non inferiore al 97% del volume del provino Marshall.

Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo, dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori.

La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

Gli strati che risultano compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa.

Quando il bordo della striscia è danneggiato o arrotondato, si deve ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

Ammaloramenti e danneggiamenti su aree limitate devono essere ripristinati intervenendo su una superficie più estesa e larga quanto la corsia compresa tra due giunti longitudinali. Il taglio verticale di questa di questa superficie da asportare si ottiene seguendo due traiettorie parallele alla direzione dello scorrimento dell'acqua e due traiettorie diagonali a questa direzione (e non perpendicolari). Il taglio se praticato con lama a disco deve essere seguito dalla riapertura dei pori per la percolazione delle acque, evitando possibili ristagni. Eventuali ripristini limitati vanno eseguiti esclusivamente con conglomerato drenante e mai con asfalto tradizionale chiuso.

ART. 62
Riciclaggio a freddo in sito di conglomerati bituminosi e fondazione
stradale con utilizzo di emulsione elastomerizzata o di bitume schiumato.

DESCRIZIONE

La lavorazione con bitume schiumato permette di riciclare in sito vecchie fondazioni (misti cementati ammalorati, misti stabilizzati da "potenziare" (manutenzione straordinaria) o per realizzare la fondazione o sottobasi (Nuove Costruzioni) con la posa in opera e la lavorazione di materiale idoneo, vergine o proveniente da fresature o rimozioni di pacchetti stradali ammalorati, previa autorizzazione della DL.

La rigenerazione in sito a freddo mediante emulsione modificata delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata reimpiegando materiali fresati da pavimentazioni stradali, opportunamente selezionati, legati nuovamente con emulsione, stesi e compattati. La tecnologia viene impiegata per riciclare pacchetti di conglomerato bituminoso ammalorati in sito o già stoccati in cantiere (fresati).

La tecnologia del riciclaggio con emulsione prevede diverse modalità operative:

- a) in sito mediante treno di riciclaggio mobile o tramite idonee riciclatrici;
- b) in impianto fisso o tramite impianti semoventi (su rimorchi) che hanno la possibilità di essere "piazzati" in aree vicino al sito di stesa.

Il procedimento di rigenerazione in sito mediante l'uso di "treni di riciclaggio" è in funzione delle modalità operative previste per l'intervento. Esso può essere composto da una "fresa" che lavorando alla profondità stabilita, scarifica la pavimentazione e invia il materiale di risulta (fresato) alla macchina che segue (impianto semovente di miscelazione) che lo impasta con emulsione o schiuma di bitume, acqua e cemento e lo invia alla "finitrice" per la stesa finale. Oppure il treno è composto da un'unica macchina semovente (riciclatrice) che mentre avanza, contemporaneamente fresa, impasta e stende. Il treno di riciclaggio è sempre completato da uno o più rulli per la compattazione. In entrambi i casi sono da prevedere anche le autobotti dell'acqua, dell'emulsione o in alternativa del bitume caldo per l'espansione.

Le riciclatrici mobili (generalmente più utilizzate perché riducono gli spazi di ingombro) possono quindi fresare l'esistente pacchetto ammalorato fino alla profondità stabilita interessando se necessario anche parte della fondazione sottostante non legata. Nel miscelatore, costituito dalla camera che contiene il tamburo di fresatura, vengono omogeneizzati i materiali scarificati in situ con il legante stabilito (emulsione bituminosa o bitume schiumato) insieme ad acqua, cemento e inerti di integrazione. La nuova miscela riciclata a freddo viene poi stesa in un unico strato uniforme e compattata. Se come legante si utilizza bitume schiumato, la macchina riciclatrice deve essere dotata di una apposita "rampa di schiumatura" con una o più camere di espansione per il contatto del bitume caldo ($\approx 180\text{ }^{\circ}\text{C}$) con acqua ad alta pressione ($\approx 5\text{ bar}$).

INERTI

Gli inerti che costituiscono la miscela riciclata derivano dalla fresatura della preesistente pavimentazione in conglomerato bituminoso ed eventualmente anche del misto granulare della fondazione sottostante.

Inerti di integrazione

Nel caso in cui la curva risultante non rientri nel fuso prescritto, è necessaria l'aggiunta di inerti di integrazione in dimensioni e quantità tali da riportare la miscela all'interno dei limiti previsti dal fuso. Gli inerti di integrazione avranno le medesime caratteristiche degli aggregati grossi previsti per i conglomerati di base e collegamento (binder).

LEGANTI

Per il riciclaggio in situ a freddo, come legante si utilizzerà in alternativa o emulsione bituminosa elastomerizzata o bitume schiumato, con le caratteristiche di seguito riportate

- *Emulsione bituminosa per rigenerazione a freddo*

Si utilizzerà: emulsione CATIONICA da bitume modificato a rottura molto lenta (sovrastabilizzate) al 60% di bitume residuo (EC L 60 M).

L'emulsione per rigenerazione a freddo, dovrà rispondere ai seguenti requisiti di accettazione:

CARATTERISTICHE	normativa	u.m	valori
Polarità	EN 1430	-	Cationica
Contenuto di bitume + flussante	EN 1431	% peso	60 +/- 2
Contenuto d'acqua	CNR 101/84	% peso	40 +/- 2
Viscosità Engler a 20 °C	EN 12846	° E	> 15
Indice di rottura	EN 13075-1	Classe	6
Valore di rottura		n° puro	170 - 230
Tendenza alla sedimentazione a 7gg	EN 12847	% peso	< 10
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1429	mm/10	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Ritorno elastico	EN 13398	%	> 50

La quantità di emulsione da utilizzare è così stabilita:
dal 3 al 5 % in peso in relazione allo studio e al quantitativo di cemento.

- *Bitume schiumato per rigenerazione a freddo*

Il bitume utilizzato per essere schiumato, dovrà essere del tipo 70/100 e rispettare le prescrizioni di seguito riportate:

Caratteristiche	Normativa	u.m.	valori
Penetrazione a 25 °C	EN 1426	mm/10	70 - 100
Punto di rammollimento (palla anello)	EN 1427	°C	40 - 44
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	≤ -8
Solubilità in tricloroetilene	EN 12592	%	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C	EN 13072-2	Pa · s	0,1 – 0,2

La qualità del bitume schiumato, è definita soprattutto dai seguenti parametri:

- Re = Rapporto di espansione (rapporto tra il volume massimo raggiunto dal bitume schiumato ed il volume del bitume prima della schiumatura). $Re \geq 20$
- Ts = Tempo di dimezzamento o di semitrasformazione (periodo di tempo in cui il bitume schiumato dimezza il proprio volume). $Ts \leq 25$ sec

Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170°C e 190°C prima dell'espansione e con percentuali d'acqua comprese tra 1% e 4% in peso sul bitume. Questi due parametri saranno sempre verificabili durante la lavorazione a mezzo dell'apposito ugello di test di cui deve essere dotata la riciclatrice qualora fosse utilizzata con bitume schiumato.

CEMENTO

È da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di maturazione della miscela ed eliminare (tramite il suo processo di idratazione) l'acqua di compattazione; costituisce inoltre un integratore della frazione fine.

Deve essere impiegato cemento Portland d'alto forno o pozzolanico (tipo I, III o IV) con classe di resistenza 325.

ACQUA

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

MISCELA

La miscela finale sarà costituita dal materiale preesistente, eventuali aggregati d'integrazione, emulsione elastomerizzata o bitume schiumato, cemento ed acqua. La curva di progetto e le giuste quantità degli altri componenti verranno determinati in base ad uno studio di ottimizzazione, a carico dell'Impresa, eseguito da un laboratorio specificatamente attrezzato.

La curva granulometrica risultante deve rientrare nei limiti specificati in tabella:

Serie EN	% PASSANTE IN PESO
	100
25,4	75 - 100
20	69 - 93
16	65 - 88
12,5	61 - 84
10	56 - 78
6,3	50 - 72
4	44 - 66
2	32 - 52
0,5	18 - 34
0,125	9 - 24
0,063	4 - 16

STUDIO PRELIMINARE DI OTTIMIZZAZIONE

Sulla base della progettazione della stazione appaltante l'impresa appaltatrice, mediante proprio laboratorio, deve provvedere a:

- 1) Caratterizzare il fresato mediante la determinazione della curva granulometrica e dell'umidità (CNR UNI 10008/63)
- 2) Stabilire la curva granulometrica ottimale in base alle prescrizioni della tabella, prevedendo eventualmente l'aggiunta alla miscela di aggregati d'integrazione
- 3) Determinare le percentuali ottimali di legante (emulsione elastomerizzata o bitume schiumato), acqua aggiunta e cemento.

Una campagna di carotaggi e rilievi con apparecchi Georadar, a carico dell'impresa, permetterà di identificare la stratigrafia della struttura stradale esistente in modo da prevedere se la fresatura interesserà o meno la fondazione granulare, ipotizzando quindi l'eventuale utilizzo di aggregati d'integrazione. Si potranno quindi presentare due situazioni:

- 1) **Fresatura del pacchetto bitumato e di parte della fondazione in misto granulare;**
- 2) **Fresatura del solo pacchetto bitumato.**

Per la determinazione delle percentuali ottimali di acqua aggiunta, legante bituminoso e cemento (da riferirsi al peso degli inerti complessivi) dovranno essere confezionati dei provini con l'utilizzo della pressa giratoria (UNI EN 12697-31) rispettando le condizioni indicate nella tabella di seguito riportata:

Condizioni di utilizzo della pressa giratoria	Dati
Angolo di rotazione	1,25° ± 0,02
Velocità di rotazione	30 rotaz./min.
Diametro del provino	150 ± 0,2 mm.
Peso del campione	4.500 – 6.000 g.
Tempo massimo di attesa prima della compattazione	30 min.
Pressione verticale	600 KPa
Numero di giri	180

Indicativamente i provini saranno confezionati con i seguenti dosaggi teorici:

Materiali componenti	Con emulsione elastomerizzata	Con bitume schiumato
Percentuale di fresato con integrazione	90 - 100	90 - 100
Percentuale di legante	3%	2%
Percentuale di cemento	2%	1,5%
Umidità del materiale (acqua aggiunta)	5%	5%
Densità (kg/mc) dopo 72 h a 40 °C	2300 - 2400	2350 - 2450

La miscela finale dovrà presentare i seguenti requisiti:

Requisiti della miscela	Normativa	Valori
Resistenza a trazione indiretta Rt a 24h di maturazione a 25 °C	CNR 134	□ 0,20 N/mm ²
Resistenza a trazione indiretta Rt a 72h di maturazione a 40 °C	CNR 134	□ 0,40 N/mm ²
Coefficiente di trazione indiretta CTI a 72h di maturazione		□ 60 N/mm ²
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25° C a seguito di immersione in acqua (dopo 72h di maturazione a 40 °C e 1h di immersione in acqua)	CNR 134	≤ 30 %
Grado di addensamento su carota		97 % del provino sottoposto a pressa giratoria

Il dimensionamento dello strato di materiale riciclato a freddo, deve essere stabilito in seguito ad una campagna di indagini che preveda in particolare:

- un accurato studio della capacità portante del sottofondo preesistente granulare con metodi statici (carotaggi e prove su piastra) e dinamici (rilievo georadar e misure con deflettometro a massa battente) e prove di laboratorio che includono l'analisi granulometrica, la determinazione della plasticità e dell'indice CBR;
- valutazione del traffico teorico previsto per la strada interessata al risanamento;
- previsione della vita utile del manto stradale.

ACCETTAZIONE DELLA MISCELA

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere verificata in laboratorio o in apposito campo prove.

Le miscele approvate dalla Direzione Lavori saranno assunte quali miscele di progetto e costituiranno riferimento per tutte le successive lavorazioni in opera.

CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA

Il riciclaggio a freddo in situ dovrà essere realizzato tramite apposito treno semovente (o unica macchina riciclatrice) che con avanzamento uniforme esegua contemporaneamente:

- la fresatura della pavimentazione e/o fondazione esistente fino ad una larghezza prestabilita e per lo spessore previsto in progetto, previo spargimento del cemento e degli inerti di integrazione nelle percentuali ottimali;
- l'omogeneizzazione del materiale con aggiunta di emulsione elastomerizzata o bitume schiumato e dell'acqua necessaria al costipamento nelle percentuali ottimali;
- la stesa in unico strato con macchina a tutta larghezza mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi;
- la compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo metallico entrambi di almeno 16 -18 t in alternativa potrà essere utilizzato un rullo liscio monotamburo vibrante a diverse ampiezze e con energia minima di 400 KN dotato di sistema di controllo computerizzato della compattazione;
- la eventuale risagomatura longitudinale e trasversale delle livellette stradali a mezzo di livellatore meccanico (grader) se si riscontrassero ondulazioni;
- la seconda compattazione immediata con un rullo gommato insieme ad un rullo metallico o combinato entrambi di almeno 16 -18 t. Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, sarà necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

Le lavorazioni di riciclaggio a freddo dovranno essere sospese con temperatura dell'inerte inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare il raggiungimento delle prestazioni minime richieste su miscela e strato finito.

La lavorazione consente già al termine delle operazioni di compattazione una immediata apertura dello strato al traffico di cantiere e, in caso di emergenza e per breve periodo, anche al traffico normale; autorizzazione al transito ed eventuali limitazioni dovranno comunque essere disposte dalla Direzione Lavori. In tale caso lo strato riciclato dovrà essere innaffiato con acqua ogni qualvolta sia necessario per evitare il sollevamento di polveri e l'asportazione di materiale, sino alla stesa degli strati in conglomerato bituminoso.

Per quanto riguarda i controlli sull'effettiva risagomatura delle livellette, dopo la compattazione, prima di qualunque intervento di bitumatura, l'Impresa dovrà mettere a disposizione della DL opportuni strumenti topografici per il controllo delle quote; qualora si riscontrasse un andamento longitudinale del piano superficiale comprendente dossi o cunette di dislivello superiore a 4 cm non giustificabile con l'andamento piano-altimetrico del piano di campagna, l'Impresa a proprie cura e spese dovrà eseguire adeguati interventi di risagomatura.

CONTROLLI

Controlli in corso d'opera

Durante la realizzazione del riciclaggio è previsto il prelievo di campioni di miscela per la determinazione delle seguenti caratteristiche:

- curva granulometria;
- percentuale di cemento;
- percentuale di bitume;
- la percentuale d'acqua (acqua di costipamento);
- resistenza a trazione indiretta dopo 1 giorno di maturazione a 25 °C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- resistenza a trazione indiretta dopo 3 giorno di maturazione a 40 °C su provini confezionati tramite pressa giratoria;
- la densità secca su provini confezionati tramite pressa giratoria.

Tali controlli hanno cadenza giornaliera o comunque secondo indicazioni della D.L. e vengono eseguiti mediante l'impiego di un laboratorio mobile che garantisce l'immediatezza dei risultati.

Con riferimento alla percentuale del legante aggiunto saranno ammesse variazioni del $\pm 0,5\%$ rispetto al dosaggio di progetto (derivato dallo studio su campo prove). Sulla percentuale di acqua saranno tollerate variazioni di $\pm 1\%$. Con riferimento alla granulometria degli aggregati della miscela riciclata, saranno ammesse variazioni rispetto alla curva di progetto fino ad un massimo del $\pm 10\%$ per l'aggregato grosso e fino ad un massimo del $\pm 7\%$ per l'aggregato fino, purché comunque rientranti nel fuso delle granulometrie ammissibili.

Il mancato rispetto delle tolleranze sopra citate comporterà l'applicazione delle penali per l'Impresa solo qualora le resistenze meccaniche misurate sui provini confezionati con dette miscele (trazione indiretta a 1 giorno e a 3 giorni) risultino inferiori ai limiti di accettazione.

A titolo indicativo le prove di portanza mediante LFWD (Light Falling Weight Deflectometer) dovranno assumere valore minimo pari a 50 MPa dopo 4 ore e pari a 180 MPa dopo 1 giorno dalla stesa.

Controlli sullo strato finito

Sullo strato di riciclato verranno eseguiti, ogni 250 m di stesa e a maturazione avvenuta, carotaggi meccanici per un controllo diretto delle condizioni di addensamento e degli spessori. Dovranno ottenersi valori di densità non inferiori al 97% dei valori ottenuti sui corrispondenti provini confezionati mediante compattazione giratoria.

Sarà discrezione della D.L. prevedere la stesa di uno strato di Binder di risagoma e di Tappeto d'usura di adeguati spessori in funzione delle prestazioni finali previste.

ART. 63

Sigillatura delle lesioni della pavimentazione stradale

a) DESCRIZIONE

In presenza di lesioni e fessurazioni sui giunti e sulle pavimentazioni in genere, si provvede alla loro sigillatura in modo da evitare o ridurre i fenomeni di degradazione che si verrebbero a manifestare in breve tempo.

b) POSA IN OPERA

La sigillatura delle fessurazioni e nei giunti nelle pavimentazioni deve essere eseguita utilizzando una serie di idonee attrezzature in grado di effettuare, inizialmente, la completa pulitura delle fessure mediante soffiatura con aria compressa od opportuni mezzi meccanici. Successivamente si deve provvedere al riscaldamento delle pareti della fessurazione, mediante un getto di aria calda, sino ad una temperatura di c.a. 80°C per garantire e favorire la colatura e l'adesione del mastice sigillante fuso all'interno della lesione. Il mastice sigillante dovrà essere riscaldato in una apposita caldaia portando la massa bituminosa ad una temperatura di c.a. 180°C - 190°C massimo.

Durante la fusione della massa sigillante, il prodotto dovrà essere sempre mantenuto in agitazione sino a completa fusione.

La fessura o il giunto dovranno essere accuratamente riempiti versandovi all'interno la massa fusa. Per evitare il formarsi di bolle d'aria all'interno del mastice sigillante e per effettuare un autolivellamento della sigillatura, si dovrà riscaldarne la superficie mediante l'utilizzo di un cannello a gas.

Art. 64

Controllo dei materiali e delle opere

MARCATURA CE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- temperatura miscela alla produzione e consegna (valori di soglia)
- contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)

- composizione granulometrica (valore%)
- contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri del presente capitolato, oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti norme.

Il Direttore dei Lavori, prima di accettare i materiali in cantiere, dovrà accertarsi dell'idoneità degli stessi mediante l'esame della seguente documentazione che dovrà essere prodotta dall'appaltatore:

- DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso
- CERTIFICATO DI CONTROLLO DELLA PRODUZIONE DI FABBRICA in conformita' agli allegati ZA delle norme specifiche rilasciato dall'Organismo notificato a seguito di verifica;
- ETICHETTA CE, predisposta dal produttore in accompagnamento ad ogni consegna di conglomerato bituminoso in cantiere.

STUDIO PREVENTIVO

L'Impresa è tenuta a presentare con congruo anticipo all'inizio dei lavori la STUDIO DELLA MISCELA che intende adottare per ogni tipo di conglomerato bituminoso, descrivente i seguenti elementi minimi:

- 1) CURVA GRANULOMETRICA ADOTTATA
- 2) AGGREGATI: descrizione tipologia e caratteristiche: Perdita in peso Los Angeles, Coeff. Levigabilità Accelerata
- 3) FILLER : descrizione della tipologia
- 4) BITUME: descrizione della tipologia e della % adottata nella miscela
- 5) ADDITIVO ATTIVANTE ADESIONE: descrizione tipologia e 1 prova di affinità bitume addittivato/inerte UNI EN 12697-11.
- 6) ADDITIVI (ACF, FIBRE O ALTRI): descrizione della tipologia e quantità d'uso.
- 7) N° 1 PROVA MARSHALL (stabilità, rigidità, vuoti,.....) su campione di conglomerato.
- 8) DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE per ogni tipo di conglomerato richiesto .

La composizione dovrà essere contenuta nei limiti descritti precedentemente e dovrà essere corredata dalla documentazione degli studi e delle prove effettuate in laboratorio per ricavarne la ricetta ottimale. I certificati inerenti la qualità dei materiali devono essere rilasciati da un laboratorio ufficiale o comunque riconosciuto dalla Provincia.

Dopo l' accettazione da parte della D.L. della composizione proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

L'approvazione della miscela da parte della Direzione dei Lavori peraltro non ridurrà la responsabilità dell'Impresa relativamente al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Gli oneri per l'esecuzione dello Studio Preventivo sono a carico dell'impresa appaltatrice.

CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

L'impresa sarà obbligata a sottoporsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare richiesti dalla D.L.

Le diverse prove ed esami su campioni verranno effettuati presso Laboratori indicati dalla D.L.

I campioni dei materiali verranno prelevati in contraddittorio: ogni Prelievo sarà costituito da due campioni di circa 8/10 kg ciascuno di cui uno viene utilizzato per i controlli e l'altro rimane a disposizione per ulteriori verifiche.

Degli stessi potrà esserne ordinata la conservazione in locali indicati dalla D.L. previa apposizione di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più adatti per garantirne l'autenticità.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificate nel presente C.S.A., sono disposte dalla D.L. o dall'organo di collaudo con onere a carico dell'Amministrazione Provinciale.

In particolare le prove di laboratorio verranno effettuate da un Laboratorio Prove Materiali scelto dall'Amministrazione Provinciale che, oltre agli usuali controlli di qualità in laboratorio, potrà intervenire sul cantiere e all'impianto di confezionamento con un laboratorio "mobile" contestualmente alla stesa delle pavimentazioni.

Per tutte le prove sopracitate la D.L. provvede al prelievo dei campioni ed alla redazione di apposito *Verbale di prelievo* e la certificazione effettuata dal Laboratorio riporterà espresso riferimento al Verbale.

La Direzione lavori o l'organo di Collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

In caso di controversie sull'esito delle prove di Laboratorio, adeguatamente motivate da parte dell'impresa appaltatrice mediante le ripetizioni dei medesimi esami presso altro Laboratorio Prove ufficiale, l'eventuale ripetizione dei controlli o l'esecuzione di controlli complementari successivi dovranno essere effettuati presso un Laboratorio Prove ufficiale scelto dall'Amministrazione Provinciale su una terna di Laboratori prove ufficiali proposti dall'impresa appaltatrice. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

TOLLERANZE

Rispetto allo STUDIO DI MISCELA presentato, o in sua assenza al Valore medio degli intervalli previsti nel presente Capitolato Speciale, non saranno ammesse variazioni superiori a seguenti limiti :

- contenuto di aggregato grosso +/- 5 %
- contenuto di aggregato fino +/- 3 %
- percentuale di filler +/- 1,5 %
- quantità di bitume superiore a +/- 0,5%, rientrando comunque sempre nei minimi e massimi previsti.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate nel corso dei lavori, all'impianto o alla vibrofinitrice, nonché dall'esame delle carote e dei tasselli prelevati in sito dopo l'ultimazione dei lavori, tenendo conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

1) CONTROLLI ALL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

A) Verifica Marcatura CE delle forniture degli aggregati

B) Vengono effettuati nella misura **minima di 1 prelievo /10.000 mq** di stesa o comunque **settimanale** relativamente ad ognuno delle seguenti requisiti:

- 1) CARATTERISTICHE AGGREGATI all'uscita dei vagli : 1) Natura litologica 2) Perdita di peso Prova Los Angeles
- 2) CARATTERISTICHE BITUME, alla cisterna di stoccaggio.
- 3) CARATTERISTICHE EMULSIONE BITUMINOSA, alla cisterna di stoccaggio.

2) CONTROLLI IN FASE DI STESA

A) Verifica Marcatura CE forniture conglomerato

B) Verifica su campioni di conglomerato prelevato a caldo dalla finitrice prima della compattazione nella misura **minima di 1 prelievo/ 3.000 mq** di stesa o comunque **giornaliera** per il controllo dei seguenti requisiti:

- 1) SPESSORE PAVIMENTAZIONE
- 2) TEMPERATURA alla stesa,
- 3) CONTENUTO % DI BITUME,
- 4) CURVA GRANULOMETRICA
- 5) TIPOLOGIA AGGREGATI,
- 6) PROVE MARSHALL per determinazione Stabilità, Rigidezza, Densità e Vuoti Residui, Perdita stabilità a 15gg. su provini Marshall .
Quando le prove vengono effettuate per il controllo di stabilità e rigidezza i relativi provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o alla stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In alternativa potranno essere effettuate prove di tipo VOLUMETRICO
- 7) Marcatura CE forniture conglomerato

C) Verifica delle bolle di consegna di additivi: ATTIVANTE ADESIONE, RIGENERANTE ACF, FIBRE

3) CONTROLLI A PAVIMENTAZIONE ULTIMATA

A) Verifica su "carote" o tasselli di conglomerato steso nella misura **minima di 1 prelievo ogni 1000 m di fascia di stesa** relativamente al controllo dei seguenti requisiti:

- 1) DENSITÀ E VUOTI RESIDUI
- 2) CONTENUTO % BITUME
- 3) CURVA GRANULOMETRICA
- 4) TIPOLOGIA AGGREGATI.

B) Verifica in sito su pavimentazione nella misura **minima di 1 prelievo ogni 200 m di fascia di stesa** per il controllo dei seguenti requisiti:

- 1) SPESSORE PAVIMENTAZIONE Lo spessore medio dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa di 200m, mediante la media delle misure (quattro per ogni carota e scartando i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% dello spessore di progetto) rilevate da due carote estratte dalla pavimentazione, una in mezzera e l'altra a bordo carreggiata (costituenti 1 prelievo),
- 2) ADERENZA: Resistenza di Attrito Radente, Coefficiente di Aderenza Trasversale, Macrorugosità Superficiale, da eseguire nel periodo compreso tra 3 e 12 mesi dall'ultimazione dei lavori
- 3) QUOTE, PENDENZE, REGOLARITÀ CON ASTA DA 4METRI,
- 3) ASSORBIMENTO IDRICO (per tappeto drenante).
- 4) ASSORBIMENTO ACUSTICO (per tappeto drenante o fonoassorbente).

Art. 65

Detrazioni per conglomerati bituminosi

Qualora dalle analisi dei campioni prelevati o da altre prove effettuate si riscontrasse una diversità in termini di quantità o qualità tra il materiale utilizzato per la realizzazione della pavimentazione e il materiale prescritto nel presente Capitolato Speciale (es. spessori, % di bitume diversa, tipo di bitume diverso, granulometria degli inerti non corretta, ecc.) la D.L. potrà intervenire con due modalità alternative in funzione della gravità della difformità riscontrata:

- a) Nei casi più gravi, come di seguito riportato, imporrà all'impresa la completa rimozione ed il rifacimento integrale del componente strutturale della pavimentazione contestato senza oneri aggiuntivi per l'Amministrazione Appaltante;
- b) Per eventuali valori eccedenti i requisiti prescritti nel progetto e nel presente CSA per materiali e conglomerati bituminosi per ogni strato, ma inferiori ai valori limite di seguito specificati verranno applicate detrazioni agli importi da contabilizzare.

RIFACIMENTO DELLE OPERE

Qualora, a giudizio della D.L., non sia possibile accettare la lavorazione si procederà alla rimozione dello/degli strati ed alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Ciò potrà accadere sia per il superamento inaccettabile dei requisiti fissati dal presente C.S.A. sia per il manifestarsi di lavorazioni non effettuate a regola d'arte.

In particolare sarà condizione sufficiente per il rifacimento dello strato interessato il mancato rispetto di uno o più dei seguenti valori

CARATTERISTICHE	Valori limite		
Spessore medio misurato	non inferiore al 80 % dello spessore di progetto per strato d'usura e collegamento	non inferiore al 85 % dello spessore di progetto per strati di base	
% vuoti residui su carote	Vuoti residui non inferiori al 3% e non superiori al 12 % per strato d'usura e binder-usura (escluso t. drenante)	Vuoti residui non superiori al 13 % per strati di base e collegamento	
% bitume su carote	% bitume non inferiore al 4 % e non superiore al 8 % per strato d'usura (escluso t. drenante)	non inferiore al 3,5 % e non superiore al 7 % per binder	non inferiore al 3,5% e non superiore al 7 % per strati di base
Aderenza superficiale strati d'usura: CAT, BPN, HS	Valori misurati non inferiori all' 80 % dei valori limite prescritti da CSA		

DETRAZIONI

Qualora sia possibile, a giudizio della D.L., accettare comunque la lavorazione anche se non pienamente rispondente ai requisiti previsti le opere verranno contabilizzate con detrazioni dall' 1% al 20% dell'importo delle opere per il mancato rispetto delle prescrizioni del C.S.A. a scapito della minore vita utile della pavimentazione.

La detrazione verrà calcolata in percentuale dell'importo lordo del tratto di pavimentazione realizzata (prezzo lordo = fornitura e posa conglomerati bituminosi + eventuali sovrapprezzi) cui è riferito il certificato di prova o la verifica tecnica attestante la difformità (= valore misurato – valore prescritto) e calcolando la superficie realizzata fino ad un massimo definito dalla misura minima dei prelievi compresa nel capitolo "Controllo dei materiali e delle opere".

La detrazione sarà applicata ogniqualvolta sussista una difformità tra il valore misurato (nelle analisi dei campioni o in altre prove) e il valore prescritto dal C.S.A. e sarà proporzionale all'entità della difformità rispetto al valore prescritto.

In particolare per i seguenti valori prescritti la detrazione viene così determinata:

valori prescritti	importo Detrazione
Vuoti residui su campione Marshall o su carote	$[(\text{Vuoti Rilevati} - \text{Vuoti Prescritti})^3 * 0,75] \%$ da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di vuoti residui
Spessori	3 % per ogni mm di materiale in meno sui tappeti d'usura 2,5 % per ogni mm di materiale in meno su base e binder
Aderenza: BPN CAT, HS	1% per ogni 1 unità in meno 1% per ogni 0,10 unità in meno
% bitume su campione Marshall e su carote	$[(\% \text{ bitume Rilevata} - \% \text{ bitume Prescritta})^2 * 5,00] \%$ da calcolare sia per carenza che per sovrabbondanza di bitume
Stabilità Marshall (u.m. = KN)	$[(\text{Stab. Prescritta} - \text{Stab. Rilevata})^2 * 15] \%$
Rigidezza Marshall (u.m.= KN/mm)	$[(\text{Rigid. Rilevate} - \text{Rigid. Prescritte})^2 * 1,50] \%$ da calcolare sia per valori troppo alti che per valori troppo bassi rispetto ai prescritti
Perdita di Stabilità Marshall / volumetrica o Perdita resistenza a trazione indiretta a 25° dopo 15 giorni di immersione in acqua o in alternativa Presenza attivante adesione	10% importo tratto

Qualora su campioni relativi allo stesso tratto di pavimentazione si rilevassero più difformità (su parametri diversi) si applicherà la somma delle detrazioni previste fino ad un massimo del 20%.

L'importo della detrazione verrà dedotto dall'importo netto dello stato finale dei lavori in sede di Collaudo/Certificato di Regolare Esecuzione o, a scelta della Provincia dovrà essere versata dall'appaltatore alla stessa prima della sottoscrizione del Collaudo/Cre e dello svincolo delle cauzioni a garanzia.