



Area Infrastrutture – Servizio Linee metropolitane urbane

Appalto di progettazione esecutiva ed esecuzione di lavori sulla base del progetto definitivo, relativo all'intervento denominato:

AMPLIAMENTO DEL DEPOSITO MEZZI DI TRAZIONE E OFFICINA DI MANUTENZIONE DELLA LINEA 1 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI LOCALITÀ PISCINOLA (LOTTO 1)

CIG: - - CUP: B61E16000790007

CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO

05 - PAVIMENTAZIONI STRADALI, DEL PIAZZALE E SUB-BALLAST

- 1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE
- 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO
- 3 DEFINIZIONI
- 4 ABBREVIAZIONI
- 5 PRESCRIZIONI GENERALI
- 6 ONERI
- 7 PAVIMENTAZIONI STRADALI
- 8 PAVIMENTAZIONI DI OPERE STRADALI ACCESSORIE

<i>Il Dirigente</i>	<i>Il progettista del progetto definitivo</i>
Dott. Ing. Serena Riccio	RTI: <i>Integra Consorzio Stabile di Architettura e Ingegneria Integrata, Ingegneria del Territorio S.R.L., Euro Engineering, Geolog Studio di Geologia, C.M.G. Testing S.R.L., Dott. Geol. Andrea Rondinara, Ing. Andrea Romani</i> Integratore delle Prestazioni Specialistiche <i>Arch. Amedeo Schiattarella</i>

Sommario

1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	3
1.1.	CAMPO DI APPLICAZIONE	3
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
2.1.	NORMATIVA NAZIONALE	3
2.2.	NORMATIVA TECNICA ALLEGATI	4
2.3.	LEGANTI IDRAULICI	5
2.4.	LEGANTI BITUMINOSI	5
2.5.	CONGLOMERATI BITUMINOSI	7
2.6.	GEOTESSILI NON TESSUTO	7
2.7.	NORME VARIE	7
3	DEFINIZIONI	7
4	ABBREVIAZIONI	7
5	PRESCRIZIONI GENERALI	8
5.1.	TIPI DI MATERIALI	8
5.2.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
6	ONERI	9
6.1.	CONTROLLI	10
6.2.	PREAVVISI	10
7	PAVIMENTAZIONI STRADALI	11
7.1.	TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DELLE PAVIMENTAZIONI	11
7.2.	LEGANTI	11
7.2.1.	LEGANTI BITUMINOSI DI BASE E MODIFICATI	11
7.2.2.	BITUMI MODIFICATI	12
7.2.3.	EMULSIONI BITUMINOSE	13
7.2.4.	UTILIZZO DI ADDITIVI	14
7.3.	STRATO DI ANTICAPILLARE	14
7.4.	SOVRASTRUTTURA STRADALE	15
7.4.1.	FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE	15
7.4.2.	MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE E SOTTOFONDAZIONE	16
7.4.3.	STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI BASE, BINDER E USURA	18
8	PAVIMENTAZIONI DI OPERE STRADALI ACCESSORIE	28
8.1.	MARCIAPIEDI	28
8.2.	PARCHEGGI	30

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente sezione è parte integrante del Capitolato Generale Tecnico di Appalto per la realizzazione dell'ampliamento del deposito mezzi di trazione e officina di manutenzione della linea 1 della metropolitana di Napoli – località Piscinola.

La presente sezione del capitolato ha per scopo la definizione delle modalità operative per l'esecuzione e per il controllo delle lavorazioni relative alla realizzazione delle pavimentazioni stradali, industriali, marciapiedi e parcheggi. In particolare sono fornite le prescrizioni per l'esecuzione dei lavori relativi a:

- pavimentazioni stradali;
- pavimentazione di opere stradali accessorie;

Si precisa che, nel rispetto dei principi generali di tutela ambientale, la gestione dei materiali di risulta e dei materiali da utilizzare per l'esecuzione delle lavorazioni oggetto del presente Capitolato potrà essere assoggettata ai disposti normativi per la gestione degli stessi in qualità di rifiuti o in esclusione dal regime dei rifiuti, per i quali si rimanda ai documenti specialistici di riferimento (progetto e documenti contrattuali) nonché a quanto disciplinato dalla normativa ambientale vigente (D.Lgs. 152/06 e s.m.i., D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 D.M. 161/2012, L. 98/2013, D.M. 05/02/98 e s.m.i., D.M. 27/09/2010 aggiornato con il D.M. 24/06/2015, etc.).

1.1. CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente sezione di capitolato si applica per la realizzazione delle pavimentazioni stradali e di opere stradali accessorie.

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento e nelle sezioni di Capitolato richiamate nel testo. Si elencano di seguito la principale normativa e documentazione di riferimento.

2.1. NORMATIVA NAZIONALE

- Legge 05 novembre 1971, n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche”
- Legge 4 agosto 1984, n. 464 “Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale”
- D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285 “Nuovo codice della strada”
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 “Regolamento di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione”
- Legge 21 dicembre 2001, n. 443 “Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive (legge obiettivo)”
- D.P.R. 06 giugno 2001, n. 380 “Testo unico per l'edilizia”
- D.lgs. 18 aprile 2016, n. 50 “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.” es.m.i.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120
- D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 16 novembre 2009 “Applicazione della Direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione recepita con DPR 21/04/1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati”
- D.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo

12 aprile 2006, n. 163, recante Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”

2.2. NORMATIVA TECNICA ALLEGATI

- UNI EN 932-1/1998 “Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodidi campionamento”
- UNI EN 932-2/2000 “Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Metodiper la riduzione dei campioni di laboratorio”
- UNI EN 932-3/2004 “Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”
- UNI EN 933-1/2012 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica per stacciatura”
- UNI EN 933-2/1997 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture”
- UNI EN 933-3/2012 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Indice di appiattimento”
- UNI EN 933-4/2008 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - determinazione della forma dei granuli - Indice di forma”
- UNI EN 933-5/2006 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della percentuale di superfici frantumate negli aggregati grossi”
- UNI EN 933-7/2000 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione del contenuto di conchiglie - Percentuale di conchiglie negli aggregati grossi”
- UNI EN 933-8/2015 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia”
- UNI EN 933-9/2013 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Valutazione dei fini - Prova del blu di metilene”
- UNI EN 933-10/2009 “Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte10: Valutazione dei fini - Granulometria dei filler (setacciatura a getto d'aria)”
- UNI EN 1097-2/2010 “Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati –Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione”
- UNI EN 1097-3/1999 “Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica in mucchio e dei vuoti intergranulari”
- UNI EN 1097-6/2013 “Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua”
- UNI EN 1097-7/2008 “Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati -Determinazione della massa volumica del filler - Metodo con picnometro”
- UNI EN 1097-8/2009 “Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati -Parte 8: Determinazione del valore di levigabilità”
- UNI EN 1367-1/2007 “Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo”
- UNI EN 1367-3/2002 “Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Prova di bollitura per basalto "Sonnenbrand””
- UNI EN 1744-1/2013 “Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica”
- UNI EN 1926/2007 “Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a compressione uniassiale”
- UNI EN 1936/2007 “Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle masse volumichereale e apparente e della porosità totale e aperta”
- UNI 11531-1/2014 “Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture. Criteri perl'impiego dei materiali. Parte-1 Terre e miscele di aggregati non legati”
- UNI EN 12370/2001 “Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali”
- UNI EN 12371/2010 “Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza al gelo
- UNI EN 13043/2004 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico”

- UNI EN 13055/2016 “Aggregati leggeri”
- UNI EN 13179-1/2013 “Prove sugli aggregati complementari (filler) usati nelle miscele bituminose -Prova con anello e biglia”
- UNI EN 13242/2008 “Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade”
- UNI EN 13286-2/2010 “Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 2: Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor”
- UNI EN 13286-47/2012 “Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento
- UNI EN 13755/2008 “Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica”
- UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005 “Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 10: Prove di taglio diretto”
- CNR UNI 10014/1964 “Prove sulle terre. Determinazione dei limiti di consistenza (o di Atterberg) di una terra”
- CNR B.U. n. 9/67 “Determinazione del modulo di deformazione di un sottofondo, di uno strato di fondazione o di uno strato di base”
- CNR B.U. n. 22/72 “Peso specifico apparente di una terra in sito”
- CNR B.U. n. 69/78 “Norme sui materiali stradali. Prova di costipamento di una terra”
- CNR B.U. n. 137/92 “Norme sugli aggregati. Determinazione del coefficiente di imbibizione”
- CNR B.U. n. 139/92 “Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali”
- CNR B.U. n. 146/92 “Determinazione dei moduli di deformazione M_d e M_d' mediante prova dicarico a doppio ciclo con piastra circolare”

2.3. LEGANTI IDRAULICI

- UNI EN 197-1/2011 “Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.”
- UNI EN 197-2/2014 “Cemento - Valutazione della conformità”
- UNI EN 459-1/2015 “Calci da costruzione - Definizioni, specifiche e criteri di conformità”
- UNI ENV 13282 “Leganti idraulici per impieghi stradali - Composizione, specificazioni e criteri di conformità”
- UNI EN 14227-5/2013 “Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 5: Miscele legate con leganti idraulici per strade”
- UNI EN 14227-13/2006 “Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 13: Terra trattata con legante idraulico per strade”
- ISO/DIS 7031 - Penetrazione all'acqua
-

2.4. LEGANTI BITUMINOSI

- UNI EN 58/2012 “Bitume e leganti bituminosi - Campionamento di leganti bituminosi”
- UNI EN 1425/2013 “Bitume e leganti bituminosi - Caratterizzazione delle proprietà sensoriali”
- UNI EN 1426/2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della penetrazione con ago
- UNI EN 1427/2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del punto di rammollimento -Metodo biglia e anello”
- UNI EN 1428/2012 “Bitume e leganti bituminosi - Determinazione del contenuto di acqua nelle emulsioni bituminose - Metodo di distillazione azeotropica”
- UNI EN 1429/2013 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del residuo alla setacciatura di emulsioni bituminose e determinazione della stabilità allo stoccaggio per setacciatura”
- UNI EN 1430/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della polarità delle particelle delle emulsioni bituminose”
- UNI EN 1431/2018 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione mediante distillazione del legante recuperato e degli oli flussanti nelle emulsioni bituminose”
- UNI EN 12591/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”

- UNI EN 12592/2007 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della solubilità”
- UNI EN 12593/2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraass”
- UNI EN 12594/2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Preparazione dei campioni di prova”
- UNI EN 12595/2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della viscosità cinematica”
- UNI EN 12596/2007 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della viscosità dinamica concapillare sotto vuoto”
- UNI EN 12597/2014 “Bitume e leganti bituminosi – Terminologia”
- UNI EN 12606-1/2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del contenuto di paraffina -Parte 1/ Metodo per distillazione”
- UNI EN 12606-2/2001 “Bitume e leganti bituminosi - Determinazione del contenuto di paraffina - Metodo per estrazione”
- UNI EN 12607-1/2014 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della resistenza all'indurimento per effetto del calore e dell'aria - Parte 1: Metodo RTFOT”
- UNI EN 12607-2:2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della resistenza all'indurimento per effetto del calore e dell'aria - Parte 2: Metodo TFOT”
- UNI EN 12607-3/2015 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della resistenza all'indurimento per effetto del calore e dell'aria - Parte 3: Metodo RFT”
- UNI EN 12846-1/2011 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del tempo di efflusso con viscosimetro ad efflusso - Parte 1: Emulsioni bituminose”
- UNI EN 12847/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della tendenza alla sedimentazione di emulsioni bituminose”
- UNI EN 12848/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della stabilità alla miscelazione con cemento delle emulsioni bituminose”
- UNI EN 12849/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del potere di penetrazione delle emulsioni bituminose”
- UNI EN 12850/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del valore di pH delle emulsioni bituminose”
- UNI EN 13302/2018 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della viscosità dinamica di un legante bituminoso utilizzando un viscosimetro rotante”
- UNI EN 13304/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Quadro di riferimento per la specifica dei bitumi ossidati”
- UNI EN 13305/2009 “Bitumi e leganti bituminosi - Quadro di riferimento per la specifica dei bitumi industriali duri”
- UNI EN 13075-1/2017 “Bitume e leganti bituminosi - Determinazione del comportamento alla rottura - Parte 1/ Determinazione dell'indice di rottura di emulsioni bituminose cationiche, metodo del filler minerale”
- UNI EN 13075-2/2017 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del comportamento alla rottura - Parte 2/ Determinazione del tempo di miscelazione dei fini di emulsioni bituminose cationiche”
- UNI EN 13398/2018 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del ritorno elastico di un bitume modificato”
- UNI EN 13399/2018 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della stabilità allo stoccaggio di bitumi modificati”
- UNI EN 13587/2017 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione delle caratteristiche di trazione di leganti bituminosi mediante il metodo di prova della trazione”
- UNI EN 13589/2008 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione delle caratteristiche a trazione dei bitumi modificati, utilizzando il metodo della trazione tramite duttilometro”
- UNI EN 13702/2010 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della viscosità dinamica di un bitume modificato mediante il metodo cono-piatto”
- UNI EN 13703/2004 “Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione dell'energia di deformazione”
- UNI EN 13808/2013 “Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche per le emulsioni cationiche bituminose”
- UNI EN 15322:2013 “Bitumi e leganti bituminosi – Quadro di riferimento delle specifiche dei leganti bituminosi fluidificanti e flussati”

- UNI EN 14023/2010 “Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri”

2.5. CONGLOMERATI BITUMINOSI

- UNI EN 12697 parte 1 • 44 - Normativa Europea per le miscele bituminose -
- UNI EN 13108-1/2016 “Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomeratobituminoso prodotto a caldo”
- UNI EN 13108-2/2016 “Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 2: Conglomeratobituminoso per strati molto sottili”
- UNI EN 13108-3/2016 “Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 3: Conglomerato conbitume molto tenero”
- UNI EN 13108-4/2016 “Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 4: Conglomeratobituminoso chiodato”
- UNI EN 13108-5/2016 “Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 5: Conglomeratobituminoso antisdrucchiolo chiuso”
- UNI EN 13108-6/2016 “Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 6: Asfalto colato”
- UNI EN 13108-20/2016 “Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 20: Prove di tipo”
- UNI EN 13108-21/2016 “Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 21: Controllo di riproduzione di fabbrica”
- CNR B.U. n.136/91 “Norme sulle miscele di aggregati e leganti idrocarburici. Determinazione della deformazione (impronta) di miscele di aggregati lapidei e bitume sotto carico statico”

2.6. GEOTESSILI NON TESSUTO

- UNI 8279-14/1985 “Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione)”
- UNI EN ISO 9864/2005 “Geosintetici - Determinazione della massa areica di geotessili e prodotti affini”
- UNI EN ISO 10319/2015 “Geosintetici - Prova di trazione a banda larga”
- UNI EN ISO 12236/2006 “Geosintetici - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)”
- CNR B.U. n.110/85 “Norme sui geotessili: determinazione della massa per unità di superficie di un geotessile”
- CNR B.U. n. 142/92 “Norme sui geotessili: prova di trazione sui geotessili non tessuti”
- CNR B.U. n. 143/92 “Norme sui geotessili: determinazione della resistenza alla lacerazione”
-

2.7. NORME VARIE

- UNI EN 1338/2004 “Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova”

3 DEFINIZIONI

Contratto: contratto di appalto o di concessione avente per oggetto l'acquisizione di servizi, o di forniture, ovvero l'esecuzione di opere o lavori, posti in essere dalla stazione appaltante

Direzione Lavori: ufficio preposto alla direzione ed al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento nel rispetto degli impegni contrattuali

Direttore dei lavori: soggetto che ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori, ed interloquisce in via esclusiva con l'ESECUTORE in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto. Cura che i lavori siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto e al contratto

ESECUTORE: Soggetto incaricato dell'esecuzione dei lavori (Appaltatore, General Contractor, Contraente Generale)

STAZIONE APPALTANTE: Comune di Napoli

Produttore: il fornitore, fabbricante, trasformatore oppure importatore di materiali

Prova: forma di verifica che si effettua in ragione del contratto, delle disposizioni normative, delle disposizioni della direzione lavori.

4 ABBREVIAZIONI

- **STAZIONE APPALTANTE:** Comune di Napoli;
- **DL:** Direzione lavori;

5 PRESCRIZIONI GENERALI

5.1. TIPI DI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia, a quanto indicato nel successivo paragrafo “caratteristiche dei materiali”, a quanto riportato in ogni richiesta prescrittiva di cui al presente Capitolato o documento di progetto.

In ogni caso i materiali e le loro miscele prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei e accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'ESECUTORE riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti del presente Capitolato.

Quando la Direzione dei Lavori rifiuta una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'ESECUTORE dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche indicate in progetto; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso ESECUTORE.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori (DL), l'ESECUTORE resta totalmente responsabile della riuscita - prestazione delle opere anche per quanto può dipendere dai materialisti.

5.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Con riferimento a quanto stabilito nel § 5.1, i materiali di base da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

Per ciò che riguarda le loro miscele e lavorazioni valgono le prescrizioni o le indicazioni prestazionali contenute negli appositi articoli.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dal presente Capitolato o dal progetto, in base al giudizio di STAZIONE APPALTANTE.

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

Analogamente, come meglio specificato nel paragrafo relativo, gli aggregati dovranno essere dotati di marcatura CE anche quando non utilizzati come componente del conglomerato bituminoso.

Di seguito si riporta un esempio di marchio CE relativo al conglomerato bituminoso.

CE				
n.organismo notificato				
SOCIETA'				
08				
n. certificato				
EN 13108-1				
Conglomerato Bituminoso per strade, piste aeroportuali e altre aree trafficate				
CB	12,5	USURA	BM 50/70	
Impianto di xxxxxxx				
Requisiti generali + Requisiti empirici				
Contenuto di vuoti				
– massimo	V_{max}		NPD	
– minimo	V_{min}		NPD	
Minimo di vuoti riempiti da bitume	VFB_{min}		NPD	
Massimo di vuoti riempiti da bitume	VFB_{max}		NPD	
Vuoti nell'aggregato minerale	VMA_{min}		NPD	
Contenuto di vuoti dopo 10 rotazioni	$V10G_{min}$	11		
Sensibilità all'acqua	ITSR		NPD	
Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati):	Abr_A		NPD	
Reazione al fuoco	Euroclass		NPD	
Temperatura della miscela	da	140°C	a	180°C
Granulometria:				
(passante al setaccio)	16	100%		
	12,5	95%		
	8	80%		
	4	49%		
	2	31%		
	0,5	15%		
	0,25	12%		
	0,063	8,0%		
Contenuto di legante	B_{min}	4,6%		
Valori Marshall				
minima stabilità	S_{min}		NPD	
massima stabilità	P_{max}		NPD	
scorrimento	F		NPD	
minima rigidezza	Q_{min}		NPD	
Resistenza alla deformazione permanente				
Dispositivo grande: profondità del solco	P		NPD	
Dispositivo piccolo: pendenza del solco	WTS_{AIR}		NPD	
Dispositivo piccolo: profondità del solco	PRD_{AIR}		NPD	
Condizioni di prova determinate secondo la UNI EN 13108-20				

6 ONERI

Rientrano tra gli oneri dell'ESECUTORE tutti quelli diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni esecutive, in particolare:

- l'ESECUTORE dovrà eseguire o far eseguire tutte le prove e i controlli previsti dalle presenti prescrizioni, così come quelli integrativi, che la Direzione Lavori (DL) ritenesse necessarie; a tal scopo dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime.
- per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori,

L'ESECUTORE dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste. L'eventuale laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al

numero e tipo di prove da eseguire; la DL si riserva la facoltà di verificare la sufficienza di dette prove qualora le ritenga non adeguate per i controlli di produzione.

- poiché la produzione e posa in opera del conglomerato bituminoso è equiparato ad un "processo speciale" (Norma UNI EN ISO 9001, p.4.9) gli addetti alla produzione e alla posa in opera dovranno essere stati prequalificati, a cura dell'ESECUTORE o del produttore secondo idonee procedure, approvate dal Direttore dei Lavori, che prevedano almeno le seguenti attività di istruzione:
 - elaborazione di nozioni tecniche (tecnologia, sicurezza, manutenzione attrezzature);
 - addestramento teorico – pratico.
- l'ESECUTORE dovrà provvedere a tutti gli adempimenti (autorizzazioni, deviazioni temporanee, ripristini, collaudo di Enti preposti, etc) previsti dalle normative vigenti relativamente alla effettuazione dei lavori e all'esercizio della viabilità ordinaria;
- l'ESECUTORE dovrà provvedere alla fornitura e al trasporto dei materiali provenienti da cave esterne in aggiunta a quelli eventualmente provenienti dagli scavi.
- la ricerca e il reperimento delle cave, quando non già indicate in progetto, dovranno essere basati su un'accurata valutazione temporale e quantitativa dei materiali necessari da sottoporre alla Direzione Lavori per il preventivo benessere almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori.
- prima di dare inizio ai lavori l'ESECUTORE dovrà comunicare alla Direzione Lavori (DL) l'ubicazione degli impianti di provenienza dei materiali trattati o premiscelati che saranno utilizzati per realizzare le opere previste nelle presenti prescrizioni.
- l'ESECUTORE dovrà condurre le indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possano interferire con le opere da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere completate primadell'inizio delle lavorazioni.
- l'ESECUTORE dovrà verificare che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti.
- nel caso in cui durante il corso dei lavori l'ESECUTORE ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate sarà sua cura effettuare le nuove prove preliminari eventualmente necessarie al fine di ottenere l'autorizzazione della Direzione Lavori.
- ai fini dell'attività di collaudo tutte le prove disposte, per la verifica del rispetto del presente Capitolato, saranno a cura e spese dell'ESECUTORE secondo quanto previsto dal DPR 207/2010 e s.m.i..

6.1. CONTROLLI

Ogni strato della pavimentazione stradale o del sub-ballast dovrà essere sottoposto alle prove di controllo prescritte nel presente Capitolato; soltanto dopo l'esecuzione delle suddette prove potrà essere posto in opera lo strato successivo.

Il numero delle prove previste dal presente Capitolato è da considerarsi il minimo previsto; la quantità delle stesse potrà essere incrementata su richiesta della DL.

L'ESECUTORE sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo all'esecuzione di prove sui materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese connesse per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni a laboratori "ufficiali" o "autorizzati" ai sensi dell'art. 59 del DPR 06/06/2001 n. 380. In ogni caso l'ESECUTORE dovrà garantire l'accesso del personale di STAZIONE APPALTANTE al suddetto laboratorio affinché possa essere verificata l'idoneità del laboratorio alle prove previste, la taratura delle apparecchiature utilizzate e sia possibile presenziare eventualmente all'esecuzione delle prove. Rimane facoltà di STAZIONE APPALTANTE richiedere la sostituzione del laboratorio scelto per l'esecuzione delle prove qualora ci sia evidenza della non corretta attuazione delle procedure di prova secondo la normativa tecnica di riferimento o per difformità di taratura delle apparecchiature o per evidenza di comportamenti non conformi ai principi della deontologia professionale, nonché per carenza delle autorizzazioni di legge, laddove previste.

I campioni di materiale verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'ESECUTORE e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

6.2. PREAVVISI

Durante l'esecuzione di opere che per effetto di operazioni successive possano rendersi inaccessibili o comunque non ispezionabili, l'ESECUTORE dovrà sempre dare la prescritta informazione alla Direzione lavori prima di procedere con le fasi successive; nel caso in cui l'ESECUTORE non ottemperasse a quanto sopra la Direzione

Lavori potrà richiedere di mettere a nudo le parti occultate o di rendere comunque accessibili le opere non ispezionate.

Le prestazioni necessarie per quanto sopra dovranno essere eseguite a cura e spese dell'ESECUTORE.

7 PAVIMENTAZIONI STRADALI

7.1. TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DELLE PAVIMENTAZIONI

Le caratteristiche costruttive per le differenti tipologie sono di seguito definite; le categorie delle pavimentazioni stradali di cui alle lettere a., b., c. sono da riferirsi al D. Min. Infr. e Trasp. del 05/11/2001 n.6792.

a) Pavimentazione per strada di categoria E

Per le strade di categoria E la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati o in misto cementato, dello spessore finito non minore di cm 30;
- strato di base, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 12;
- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 7;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 3.

b) Pavimentazione per strada a destinazione particolare

Per le strade di categoria di destinazione particolare secondo le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al D.M. 05/11/2001 la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati o in misto cementato, dello spessore finito non minore di cm 15;
- strato di base, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 10;
- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 7;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 3.

c) Pavimentazione piazzale

Per il piazzale interno, la pavimentazione dovrà essere costituita da:

- strato di fondazione, di aggregati stabilizzati e compattati o in misto cementato, dello spessore finito non minore di cm 30;
- strato di base, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 12;
- strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 7;
- tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 3.

e) Pavimentazione su massicciata ferroviaria

In corrispondenza di passatoie e/o in aree di manovra attraversate da binari ferroviari la pavimentazione dovrà essere realizzata con le seguenti modalità:

- accurata pulizia della superficie della massicciata ferroviaria per eliminazione della polvere e spandimento di emulsione bituminosa in ragione di 1,0 – 1,5 kg/m²;
- formazione di uno strato di collegamento (binder), in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 8;
- formazione di tappeto di usura, in conglomerato bituminoso dello spessore finito non minore di cm 4.

7.2. LEGANTI

7.2.1. Leganti bituminosi di base e modificati

7.2.1.0 Bitumi di base

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in Tab. 7.1 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi a caldo.

Capitolato Speciale d'Appalto – PARTE TECNICA – 05 PAVIMENTAZIONI STRADALI, PIAZZALE E SUB-BALLAST

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; STAZIONE APPALTANTE si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

Tab. 7.1 Caratteristiche dei bitumi di base

Caratteristiche	U.M.	Norma di rif.	Bitume 50/70	Bitume 70/100
			valore	
PRIMA PARTE				
penetrazione a 25° C	dmm	UNI EN 1426 - 2007	50-70	70-100
punto di rammollimento	° C	UNI EN 1427 - 2007	46-54	43-51
punto di rottura Fraass, min.	° C	UNI EN 12593 - 2007	≤-8	≤-10
punto di infiammabilità	°C	EN 22592(b)	230	230
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT (resistenza all'invecchiamento-UNI EN 12607-1)(*)				
Variazione di massa	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,5	≤ 0,8
incremento del punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427 - 2007	≤ 11	≤ 11
penetrazione residua	%	UNI EN 1426 - 2007	≥50	≥46

(*)Rolling Thin Film Oven Test

7.2.2. Bitumi modificati

I bitumi di base di tipo 70-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft "SF" : modifica media con le caratteristiche riportate nella Tab. 7.2
- in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella Tab. 7.2

Oltre ai bitumi 70/100 di cui alla tabella 8.1, per la preparazione di bitumi modificati, possono essere utilizzati bitumi di base modifica "BM", aventi caratteristiche riportate nella seguente tabella 7.2, opportunamente preparati per una successiva modifica.

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

Tab.7.2 Caratteristiche dei bitumi modificati

Caratteristiche	U.M.	Norma di rif.	Base Modificata	Soft 2,5%-3,5% SF	Hard 4%-6% HD

Capitolato Speciale d'Appalto – PARTE TECNICA – 05 PAVIMENTAZIONI STRADALI, PIAZZALE E SUB-BALLAST

			BM		
penetrazione a 25° C	dmm	UNI EN 1426 - 2007	80-100	50-70	50-70
punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427 - 2007	43-51	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	°C	UNI EN 12593 - 2007	≤-8	≤-10	≤-12
ritorno elastico a 25° C	%	UNI EN 13398 - 2010	-	≥ 70	≥ 80
viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	UNI EN 13302 - 2010	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,4
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	UNI EN 13399 - 2010	-	≤ 3(°)	≤ 3(°)
valori dopo RTFOT – Rolling Thin Film Oven Test resistenza all'invecchiamento-UNI EN 12607-1)					
penetrazione residua a 25° C	%	UNI EN 1426 - 2007	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427 - 2007	≤ 9	≤ 8	≤ 5

(°)entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di più di 5°C

Tab. 7.2/a - Caratteristiche dei bitumi modificati per mano d'attacco

<i>BITUME SOFT O HARD</i>			
Caratteristiche	Norma di rif.	U.M.	valori
penetrazione a 25° C	UNI EN 1426 - 2007	dmm	50-70
punto di rammollimento	UNI EN 1427 - 2007	° C	60-90
punto di rottura Fraass	UNI EN 12593 - 2007	° C	≤ -10
viscosità dinamica a 160° C	UNI EN 13399 - 2010	Pa x s	0,10-0,4

7.2.3. Emulsioni bituminose

7.2.3.1 Emulsioni bituminose per mano di attacco cationiche non modificate

Le emulsioni bituminose, vedi Tab. 7.3, possono essere impiegate come mano di attacco solo tra fondazione e base, binder e usure normali (per usure non aperte). Negli altri casi si usa bitume modificato hard.

Tab. 7.3 Caratteristiche delle emulsioni bituminose

caratteristiche	unità di misura	Norma di rif.	Emulsioni a rapida rottura	Emulsioni a media velocità di rottura
contenuto d'acqua	% in peso	UNI EN 1428 - 2012	≤40	≤45
contenuto di bitume	% in peso	UNI EN 1431 - 2013	≥ 60	≥ 55
grado di acidità (pH)		UNI EN 12850 - 2009	2-5	2-5
caratteristiche del bitume estratto				
penetrazione a 25° C	dmm	UNI EN 1426 - 2007	50-120	100-150
punto di rammollimento	° C	UNI EN 1427 - 2007	≥ 40	≥ 40
punto di rottura Fraass	° C	UNI EN 12593 - 2007	≤ -8	≤ -8

7.2.4. *Utilizzo di additivi*

L'eventuale utilizzo di additivi, (es. ACF -Attivanti chimico funzionali, DP-Attivanti di adesione) dovranno essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori.

7.3. **STRATO DI ANTICAPILLARE**

Se previsto nel progetto lo strato di anticapillare sarà costituito da sabbia ghiaietto o pietrischetto, esenti da materie eterogenee di dimensioni comprese tra 1 e 20 mm con percentuale massima del 20% passante al crivello 4 UNI, eventualmente steso su uno strato di geotessile non tessuto in poliestere di massa unitaria non inferiore a 400 gr/m² con le caratteristiche riportate nella Tab. 7.4 seguente:

Tab. 7.4 Caratteristiche del geotessile non tessuto in poliestere, coesionato meccanicamente per agugliatura, con massa non inferiore a 400 g/m

CARATTERISTICHE	VALORI LIMIT.	NORME DI RIF.
Massa per unità di superficie	≥ 400 g/m ²	
Spessore: a 2,0 KPa	≥ 4,0 mm	UNI EN ISO 9864:2005
a 200 KPa	≥ 1,9 mm	CNR-BU N. 110-1985
Resistenza a trazione – Media tra la direzione di	≥ 24 kN/m	CNR-BU N. 142-1992

produzione e la trasvers. – Media in una delle due direzioni	≥ 21 kN/m	
Deformazione a rottura – Media tra la direzione di produzione e la trasvers. – Media in una delle due direzioni	≥ 85 % $\geq 30 \div 95$ %	CNR-BU N. 142-1992 EN ISO 10319
Resistenza a lacerazione	$\geq 1,4$ kN	CNR-BU N. 143-1992
Resistenza al punzonamento	$\geq 4,0$ kN	UNI 8279/14 EN ISO 12236

7.4. SOVRASTRUTTURA STRADALE

I materiali, ai fini del loro impiego, dovranno essere forniti di marcatura CE secondo quanto previsto da norme e leggi vigenti.

7.4.1. *Fondazione in misto cementato confezionato in centrale*

Il misto cementato sarà costituito da miscele di inerte calcareo di frantoio rispondente alle norme CNR BU N. 29 con fuso di tipo A1 e cemento in ragione del 3% e 5% in massa dell'inerte secco. L'acqua di impasto sarà in ragione del 6% circa della massa secca dell'inerte.

La resistenza a compressione con provini cilindrici compattati a 7 gg di stagionatura, come previsto dalla norma CNR citata dovrà essere compresa tra 3 e 7 MPa; per ottenere tali risultati potranno essere usati opportuni additivi.

L'inerte da impiegare dovrà provenire da frantumazione di rocce calcaree con preferenza per i calcari teneri con esclusione dei misti calcarei di fiume.

Il misto cementato dovrà essere costipato alla densità non inferiore al 95% di quella ottenuta in laboratorio, con le modalità previste al punto 2 della normativa CNR citata.

La resistenza a trazione determinata con il metodo brasiliano non dovrà essere inferiore a 0,2 MPa su provini cilindrici stagionati a 7 giorni. Il misto dovrà essere confezionato in cantiere di betonaggio e trasportato sul posto con autobetoniere.

7.4.1.2 Formazione e confezione delle miscele

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

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

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

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondenti alle classi impiegate.

7.4.1.3 Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti gommate a 4 assi o cingolate e comunque dei tipi approvati dalla DL in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento sia longitudinale che trasversale.

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

- rullo a due ruote vibranti da 10 ton per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 ton;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 ton.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati, tutti approvati dalla DL aventi le stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà, di norma, essere eseguita con temperatura ambiente inferiore a 5°C o superiore a 35°C e mai sotto la pioggia.

La stesa a temperature non conformi a quelle sopra indicate potrà essere consentita dalla DL.

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

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

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

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

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno successivo a quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati e previa verifica che il transito non danneggi lo strato.

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

7.4.1.4 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1 ÷ 2 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

7.4.1.5 Norme di controllo delle lavorazioni

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

Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al setaccio 4 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m di strada o carreggiata.

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

7.4.2. *Misto granulare stabilizzato per fondazione e sottofondazione*

La fondazione in oggetto si può utilizzare in alternativa alla fondazione di cui al par. 7.4.1 precedente "Fondazione in misto cementato confezionato in centrale" ed è costituita da una miscela di terre stabilizzate

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

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

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

7.4.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

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

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

setacci UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio 63	100-100
setaccio 40	84-100
setaccio 20	70-92
setaccio 14	60-85
setaccio 8	46-72
setaccio 4	30-56
setaccio 2	24-44
setaccio 0.25	8-20
setaccio 0.063	6-12

c) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 30% in peso;

d) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI 4 mm, compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento);

e) indice di portanza CBR ai sensi della norma UNI EN 13286-47 - 2012 dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50.

E' inoltre richiesto che la condizione di cui alla lettera e) precedente sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

I controlli di cui sopra dovranno anche essere eseguiti per il materiale prelevato dopo costipamento.

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

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, c, d, e, ad eccezione di quanto prescritto al comma d) per il quale è ammesso che la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

7.4.2.2 Studio preliminare

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

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'ESECUTORE relativa al raggiungimento dei requisiti finali richiesti per gli aggregati in opera.

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

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

7.4.2.3 Modalità esecutive

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

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

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

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

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

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

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

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

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino a ottenere una densità in sito non inferiore al 98 % della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (UNI EN 13286-2/2010)

Il modulo di deformazione, misurato mediante prova di carico su piastra, misurato al primo ciclo di carico nell'intervallo 0,15 MPa – 0,25 MPa, non dovrà essere inferiore a 50MPa e inoltre il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0,45 (CNR-BU n. 146/92).

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo di 4,5 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni si richiamano espressamente le norme di cui al par. 7.4.5 "Norme di controllo delle lavorazioni"

7.4.3. Strati in conglomerato bituminoso di base, binder e usura

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al par. 7.2.1 "Leganti bituminosi di base e modificati" diseguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere la marcatura CE di cui al par. 5.1.

7.4.3.1 Leganti bituminosi, emulsioni e loro modificati

Si dovrà fare riferimento a quanto previsto nel par. 7.2.1 "Leganti bituminosi di base e modificati" e par. 7.2.2 "Emulsioni bituminose".

7.4.3.2 Materiali inerti

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13108-1. Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente ai requisiti richiesti.

Per l'aggregato grosso (pezzature da 31,5 a 4 mm), per quanto concerne il valore di levigabilità dovuto alla miscela di aggregati vale quanto di seguito riportato:

Per le miscele di aggregati da impiegare per gli strati superficiali, esclusivamente sugli aggregati che presentano trattenuto al setaccio 2mm, si calcola l'indice PSVmix.

Il PSVmix è un indice determinato in base ai valori del PSV delle singole pezzature con le relative masse volumiche apparenti (MVA,) così da valutare l'aderenza sulla superficie stradale "pesata" in base al contributo "volumetrico" dei vari aggregati presenti.

A partire dalle percentuali in peso di impiego (% inerte 1, % inerte 2, ecc.):

- si misurano le masse volumiche apparenti MVA (MVA1, MVA2, ecc.) di tutte le pezzature che presentano trattenuto al setaccio 2mm;
- per ogni pezzatura si escludono le percentuali di impiego passanti al setaccio 2mm, si sommano le percentuali di trattenuto uguali o superiori al 2mm e la risultante si moltiplica per la percentuale di impiego;
- si riporta la somma a 100 per avere le nuove percentuali di impiego "trattenute al 2mm";
- le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche (VOLi) utilizzando le MVA e riportate anch'esse a 100%

Il PSVmix si calcola sommando il prodotto della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (compresa la sabbia) utilizzata per il relativo valore di PSV diviso per 100:

$$PSV_{mix} = \sum_i (PSV_i \cdot VOL_i) / 100$$

7.4.3.3 Strato di base

a) *Aggregati*

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati per lo strato di base dovranno essere conformi a quanto previsto nelle norme UNI EN 13043 e UNI EN 13055-2 per gli aggregati leggeri.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione vale la norma UNI EN 932 – 1 mentre per le modalità di esecuzione delle prove stesse valgono le normative riportate nel par. 8.4.2 "Misto granulare stabilizzato per fondazione e sottofondazione".

L'aggregato grosso (pezzature da 4 a 31,5 mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei che non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Le caratteristiche degli elementi che compongono la frazione grossa dovranno essere le seguenti:

- perdita di massa alla prova di abrasione Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 25% del totale UNI EN 1097-2;
- il coefficiente di appiattimento, escluso la massa di aggregati con pezzature inferiori a 4 mm, determinato in accordo alla UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15;
- inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso;
- coefficiente di imbibizione (EN 13755) inferiore a 1%;

L'aggregato fino (pezzature inferiori a 4 mm) dovrà essere costituito da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime verrà determinata in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo UNI EN 933-8 non inferiore a 70;

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:
- setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%
- setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%
- setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%

- palla e anello (filler/bitume = 1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta R \& B > 5\%$

L'ESECUTORE dovrà eseguire le prove di verifica delle caratteristiche sopra richieste alla qualificazione e ogni 500 m³ di conglomerato bituminoso fornito.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività). Potranno essere impiegati negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno a esclusivo giudizio del Direttore dei Lavori e senza che l'ESECUTORE possa chiedere compensi od indennizzi di sorta in quanto l'onere è compreso e compensato nei prezzi delle voci di tariffa.

Dovrà essere scelto tra i prodotti in commercio quello che, sulla base di prove comparative effettuate presso Laboratori, approvati da STAZIONE APPALTANTE, avrà dato i migliori risultati e conservi le caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso dovrà essere accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare in relazione alle condizioni di impiego, alla natura degli aggregati e alle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto alla massa del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche d'impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

b) Legante bituminoso

Il legante bituminoso dovrà avere le caratteristiche indicate al par. 7.2.1 "Leganti bituminosi di base e modificati".

c) Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base +2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,8% e 5,2% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 8 e 18 cm.

Il conglomerato bituminoso di base dovrà avere i seguenti requisiti:

- la miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso indicato nella Tab. 7.5:

Tab. 7.5 Fuso granulometrico per conglomerato bituminoso di base

MISCELA	Passante
Serie setacci UNI	% totale in massa

Setaccio31,5	100
Setaccio20	68 - 88
Setaccio16	55 - 78
Setaccio8	36 - 60
Setaccio4	25 - 48
Setaccio2	18 - 38
Setaccio0,5	8 - 21
Setaccio0,25	5 - 16
Setaccio0,063	4 - 8

- il valore della Stabilità Marshall UNI EN 12697-34 eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non deve risultare inferiore a 8 kN; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la Stabilità misurata in kN e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 2,5 kN/mm;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 7%.
- la perdita di stabilità Marshall non deve risultare superiore al 25% (ottenuta dal confronto della stabilità Marshall originaria con quella misurata su provini mantenuti per 24 ore in acqua a 60° C);
- la resistenza a trazione indiretta determinata mediante prova Brasiliana (UNI EN 12697-23) non deve risultare minore di 0.5 N/mm².

I provini per le misure di stabilità, rigidità e trazione indiretta dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura all'atto della compattazione dovrà essere uguale a quella della stesa.

d) Controllo dei requisiti di accettazione

L'ESECUTORE ha l'obbligo di fare eseguire tutte le prove sperimentali richieste sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

L'ESECUTORE è tenuto a presentare con almeno 30 giorni di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, lo studio delle miscele che intende adottare, secondo il metodo Marshall.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione delle determinazioni effettuate in laboratorio, attraverso le quali l'ESECUTORE avrà ricavato la composizione ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare le miscele o di fare eseguire nuove sperimentazioni.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'ESECUTORE, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato, per il passante maggiore o uguale al 2mm, superiori ai valori sotto riportati:

- $\pm 5\%$ per lo strato di base;
- $\pm 3\%$ per gli strati di binder ed usura.

Per il passante minore di 2mm e maggiore di 0,063, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato superiori a $\pm 3\%$.

Per il passante al setaccio 0,063 mm, $\pm 1,5\%$.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25\%$ e sempre contenuta nei limiti indicati per ciascuna miscela.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'ESECUTORE un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove e i controlli in corso di produzione e finali, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie e almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato che andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente:
 - massa volumica UNI EN 12697-9;
 - percentuale di vuoti UNI EN 12697-8;
 - stabilità e rigidità Marshall UNI EN 12697-34;
 - la verifica dell'umidità residua degli aggregati all'uscita dall'essiccatore e ogni altro controllo ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori.

Inoltre saranno effettuati i seguenti controlli:

- taratura delle bilance e dei termometri dell'impianto (mensile);
- verifica delle caratteristiche del bitume.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma UNI EN 58 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in tonnellate) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

In corso d'opera e in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

e) Confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per non pregiudicare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei costituenti della miscela dovrà essere eseguito a massa mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati sarà preventivamente e 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 dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si dovrà far uso di almeno 4 classi di aggregati in tramogge con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai costituenti la miscela, in misura tale da permettere un completo e uniforme rivestimento degli aggregati con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150° e 170° C mentre quella del legante dovrà essere 5 °C superiore a quella degli aggregati salvo diverse disposizioni del Progettista in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge "calde" degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e tarati mensilmente.

L'umidità residua degli aggregati all'uscita del tamburo essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

f) Trasporto e posa in opera delle miscele

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 70 Km.

Prima della stesa del conglomerato sullo strato di fondazione, per garantire l'adesione, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia e/o parti fini eventualmente presenti e alla stesa di una mano di primer bituminoso in ragione di almeno 1,0 – 1,5 kg/m².

Qualora si dovesse procedere alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa acida o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6÷1,2 (rif. par. 7.2.1 “Leganti bituminosi di base e modificati” 7.2.2 “Emulsioni bituminose”).

Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti richiesti di quota, sagoma, densità e portanza previsti alle relative voci.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici del tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La DL si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione di giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida (rif. par. 7.2.1 “Leganti bituminosi di base e modificati” 7.2.2 “Emulsioni bituminose”), al 55% in massa, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre dopo taglio e asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc.) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, non dovrà essere inferiore a 140°C. Nel caso di conglomerati bituminosi confezionati con bitume modificato la temperatura di stesa non dovrà essere inferiore a 160 °C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, in particolare quando la temperatura dell'aria scende sotto 5°C; gli strati eventualmente compromessi, con densità inferiori a quelle richieste, dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'ESECUTORE. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare subito dopo la stesa con vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata di norma a mezzo di rulli tutti semoventi e a rapida inversione di marcia in numero adeguato e aventi massa di almeno 14 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Ugualmente potrà realizzarsi con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette

- ruote e peso del rullo di 12 ton;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

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

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

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

L'ESECUTORE prima dell'inizio dell'attività di stesa (almeno 15 giorni) dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, una relazione, o un'Istruzione operativa, nella quale venga descritto il sistema di compattazione, elencando il numero dei rulli, le loro caratteristiche tecniche, la velocità durante la compattazione ed i tempi o le temperature d'inizio compattazione. Il sistema di stesa e compattazione e le caratteristiche, in opera, del conglomerato bituminoso dovranno essere qualificate, sulla base dell'Istruzione operativa, realizzando uno strato di prova dello stesso spessore e larghezza, di lunghezza non inferiore a 25 m.

g) Controlli finali

Per ogni lavorazione descritta nel presente Capitolato sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento.

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della Tab. 7.6 seguente:

Tab. 7.6 Limiti percentuale dei vuoti

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Base	3	9
Binder	3	8
Usure A e B	3	8

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme, in tutto lo spessore, non inferiore al 98% di quella Marshall dello stesso giorno, determinata sul materiale prelevato all'impianto o alla stesa. Tale valutazione, da determinarsi attraverso prove su sei carote di almeno 10 cm di diametro prelevate nei punti indicati dalla DL, sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo UNI EN 12697-9 e almeno ogni 1000 m² realizzati. Il valore risulterà dalla media di due provini che serviranno anche per la determinazione degli spessori finali. Nel caso gli spessori delle carote risultassero inferiori a quelli teorici previsti per lo strato di base si procederà al prelievo di ulteriori 4 carote rappresentative degli stessi 1000 m².

Lo spessore medio di riferimento risulterà dalla media della lunghezza delle 6 carote prelevate. In ogni caso non saranno ammessi sottospessori superiori al 15% dello spessore dello strato.

In caso di non accettabilità dello strato, si dovrà procedere a totale cura e spese dell'ESECUTORE, alla rimozione e al rifacimento delle parti difettose.

Sulle carote dovranno inoltre essere determinati:

- contenuto di bitume;
- granulometria degli aggregati;
- percentuale dei vuoti residui;
- trazione indiretta Brasiliana.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità e ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4,50 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm, il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto, Tale controllo dovrà essere ripetuto ogni 1000 m² di pavimentazione finita.

7.4.3.4 Strato di collegamento (binder) e strato di usura

a) *Aggregati*

aa. *Strato di collegamento (binder):*

Per lo strato di collegamento (binder) valgono le seguenti prescrizioni:

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati per lo strato di collegamento dovranno essere conformi a quanto previsto dalle norme UNI EN 13043 e UNI EN 13055-2 per gli aggregati leggeri.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione vale la norma UNI EN 932 – 1 mentre per le modalità di esecuzione delle prove stesse valgono le normative di riportate nei par.7.2.1 “Leganti bituminosi di base e modificati” 7.2.2 “Emulsioni bituminose” e comunque funzione delle caratteristiche degli aggregati stessi richieste.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei che non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Le caratteristiche degli elementi che compongono la frazione grossa dovranno essere le seguenti:

- perdita di massa alla prova di abrasione Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 25% del totale UNI EN 1097-2
- coefficiente di appiattimento, escluso la massa di aggregati con pezzature inferiore a 4 mm, determinato in accordo alla UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15;
- esclusivo impiego di inerti frantumati (privi di facce tonde);
- coefficiente di imbibizione (UNI EN 13755) inferiore a 1%;

L'aggregato fino dovrà essere costituito da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime verrà determinata in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo UNI EN 933-8 non inferiore a 70.

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti
 - minimi: setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%
 - setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%
 - setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%
- palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta R \& B > 5\%$

L'ESECUTORE dovrà eseguire le prove di verifica delle caratteristiche sopra richieste alla qualificazione e ogni 500 m³ di conglomerato bituminoso fornito.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività). Potranno essere impiegati negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno a esclusivo giudizio del Direttore dei Lavori e senza che l'ESECUTORE possa chiedere compensi o indennizzi di sorta in quanto l'onere è compreso e compensato nei prezzi delle voci di tariffa.

Dovrà essere scelto tra i prodotti in commercio quello che, sulla base di prove comparative effettuate presso Laboratori autorizzati dal Direttore dei Lavori, avrà dato i migliori risultati e conservi le caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso dovrà essere accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare in relazione alle condizioni di impiego, alla natura degli aggregati e alle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto alla massa del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

ab. Strato di usura:

Per lo strato di usura valgono le seguenti prescrizioni:

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati per lo strato di usura dovranno essere conformi a quanto previsto dalle norme UNI EN 13043 e UNI EN 13055-2 per gli aggregati leggeri.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione vale la norma

UNI EN 932 – 1 mentre per le modalità di esecuzione delle prove stesse valgono le normative di riportate nel par.7.2.1 “Leganti bituminosi di base e modificati”, 7.2.2 “Emulsioni bituminose” e comunque funzione delle caratteristiche degli aggregati stessi richieste.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei che non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Le caratteristiche degli elementi che compongono la frazione grossa dovranno essere le seguenti:

- perdita di massa alla prova di abrasione Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 20% del totale UNI EN 1097-2;
- il coefficiente di appiattimento, esclusa la massa di aggregati con pezzature inferiore a 4 mm, determinato in accordo alla UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15;
- Esclusivo impiego di inerti frantumati (privi di facce tonde);
- coefficiente di imbibizione (UNI EN 13755) inferiore a 1%;
- resistenza alla levigatezza pari a PSV= 44 (UNI EN 1097-8), calcolato col metodo del PSVmix;
- resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1)

L'aggregato fino dovrà essere costituito da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime verrà determinata in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo UNI EN 933-8 non inferiore a 70.

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:
 - setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%
 - setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%
 - setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%
- palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta R \& B > 5\%$

L'ESECUTORE dovrà eseguire le prove di verifica delle caratteristiche sopra richieste alla qualificazione e ogni 500 m³ di conglomerato bituminoso fornito.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività). Potranno essere impiegati negli strati di base e di collegamento mentre per quello di usura lo saranno a esclusivo giudizio del Direttore dei Lavori e senza che l'ESECUTORE possa chiedere compensi od indennizzi di sorta in quanto l'onere è compreso e compensato nei prezzi delle voci di tariffa.

Dovrà essere scelto tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso Laboratori autorizzati dal Direttore dei Lavori avrà dato i migliori risultati e conservi le caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso dovrà essere accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Capitolato Speciale d'Appalto – PARTE TECNICA – 05 PAVIMENTAZIONI STRADALI, PIAZZALE E SUB-BALLAST

Il dosaggio potrà variare in relazione alle condizioni di impiego, alla natura degli aggregati e alle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto alla massa del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

b) Legante

Il legante bituminoso dovrà avere le caratteristiche indicate al par. par.7.2.1 "Leganti bituminosi di base e modificati".

c) Miscela

Le miscele degli aggregati nel caso di strato di collegamento e tappeto di usura dovranno avererispettivamente la composizione granulometrica contenuta nei fusi della Tab. 7.7:

Tab. 7.7 Fuso granulometrico per strato di collegamento e tappeto di usura

MISCELA Serie setacci UNI	Passante % totale in massa		
	Binder	Strato di usuratipo A	Strato di usuratipo B
Setaccio20	100	-	-
Setaccio16	90 - 100	100	-
Setaccio12,5	66 - 86	90 - 100	100
Setaccio8	52 - 72	70 - 88	90 - 100
Setaccio4	34 - 54	40 - 58	44 - 64
Setaccio2	25 - 40	25 - 38	28 - 42
Setaccio0,5	10 - 22	10 - 20	12 - 24
Setaccio0,25	6 - 16	8 - 16	8 - 18
Setaccio0,063	4 - 8	6 - 10	6 - 10

Le caratteristiche degli strati saranno:

- Per il binder, quantità di bitume riferito alla miscela in rapporto al 4,1%-5,5% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 4 e 8 cm;
- Per gli strati di usura, quantità di bitume riferiti alla miscela in rapporto al 4,5%-6,1% (UNI EN 12697-1 e39) e spessori compresi tra 4 e 6 cm per l'usura tipo A e 3 cm per il tipo B.

Il tenore di bitume riferito alla massa totale degli aggregati dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di Stabilità Marshall e compattezza richiesti.

Il conglomerato bituminoso dello strato di collegamento e del tappeto di usura dovrà avere i requisiti indicati nella Tab. 7.8:

Tab. 7.8 Requisiti fisico-meccanici dello strato di binder e del tappeto di usura

Caratteristiche	Norma di riferimento	Strato di collegament o	Tappeto di usura

Capitolato Speciale d'Appalto – PARTE TECNICA – 05 PAVIMENTAZIONI STRADALI, PIAZZALE E SUB-BALLAST

a) Stabilità Marshall (kN)	UNI EN 12697-34	≥ 10	≥ 12
b) Scorrimento (mm)	UNI EN 12697-34	$1 \div 4$	$1 \div 3.5$
c) Rigidità (a/b)	UNI EN 12697-34	$> 3,5$	$> 5,0$
d) Vuoti residui (%)	UNI EN 12697-8	$\geq 3 \text{ e } \leq 6$	$\geq 4 \text{ e } \leq 6$
e) Perdita stabilità Marshall (%)		≤ 25	≤ 25
f) Prova trazione indiretta (brasiliana)	UNI EN 12697-23	0,6	0,7

Per la preparazione dei provini valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base al par. 7.4.3.3 "Strato di base"

Nel caso di impiego di bitumi modificati dovranno essere eseguite, per ogni 1.000 m² di pavimentazione finita, le seguenti prove con i relativi limiti di accettazione:

- deformazione mediante prova d'impronta a 60°C, per un'ora, minore di 2,5 mm (CNR-BU n. 136);
- prova di trazione indiretta a 25 °C maggiore di 1,2 N/mm²(UNI EN 12697-23).

Nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative.

d) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al par. 7.4.3.3-d).

e) Confezionamento delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al par. 7.4.3.3-e).

f) Trasporto e posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al par. 7.4.3.3-f).

g) Controlli finali

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base al par. 7.4.3.3-g).

8 PAVIMENTAZIONI DI OPERE STRADALI ACCESSORIE

Perimetralmente alle aree di lavoro e/o manovra e lungo le strade ove sia previsto il transito di persone, dovranno essere previsti appositi percorsi preferenziali per la viabilità pedonale realizzati mediante marciapiedi.

Le dimensioni e la sezione trasversale dei marciapiedi saranno definiti dai disegni di progetto; le caratteristiche principali dei materiali e quelle inerenti la realizzazione sono definite nel seguito.

8.1. Marciapiedi

a - Cordoli

I marciapiedi saranno di norma delimitati (verso il piano viario) da un cordolo in conglomerato cementizio prefabbricato (o in pietra da taglio); le dimensioni del cordolo saranno quelle specificate nei disegni di progetto.

Gli elementi costituenti i cordoli, rettilinei o curvilinei con spigoli vivi o arrotondati, dovranno essere dotati di idonei sistemi di incastro (maschio-femmina) e i giunti dovranno essere sigillati con malta cementizia a ritiro compensato e con rapporto a/c inferiore a 0,50.

I cordoli dovranno essere posati su malta cementizia di allettamento e dovranno essere realizzati in maniera tale da consentire il convogliamento e il regolare deflusso delle acque meteoriche.

b - Pavimentazione

I marciapiedi potranno essere pavimentati con:

- asfalto colato;
- mattonelle di asfalto naturale compresso;
- cubetti di porfido;
- masselli di calcestruzzo.

b.1 - Pavimentazione in asfalto colato

Dovrà essere eseguita su idoneo sottofondo, per uno spessore finito di 2 cm, e con una miscela preparata a caldo dei seguenti costituenti indicati con le percentuali in massa:

- mastice di asfalto 50%;
- bitume 5% con penetrazione Dow compresa fra 40 e 50 cm;
- sabbia 5%;
- graniglia 40%.

b.2 - Pavimentazione con mattonelle di asfalto naturale compresso

Le mattonelle, di spessore di 3 o 4 cm, dovranno essere posate su uno strato di malta cementizia, di spessore non inferiore a cm 2, e le connessioni (di spessore non superiore a 1 mm) saranno successivamente sigillate con cemento.

La malta cementizia sarà formata da 1.500 kg di sabbia con curva granulometrica compresa tra 0,05 e 2 mm e 400 kg di cemento pozzolanico.

E' consentito l'uso di premiscelati aventi le stesse caratteristiche per la posa di mattonelle precomprese.

Il coefficiente di usura delle mattonelle di asfalto non dovrà superare i 13 mm, l'impronta non dovrà risultare superiore a 0.2 mm e la resistenza a flessione dovrà essere maggiore di 3 N/mm^2 (R.D. 16/11/39 n° 2234).

b.3 - Pavimentazione in cubetti di porfido

I cubetti dovranno essere posati su un letto di sabbia di spessore minimo 5 cm steso su sottofondo di conglomerato cementizio, con giacitura ad archi contrastati, battitura della pavimentazione, sigillatura dei giunti con mastice bituminoso a caldo e spolveratura superficiale di sabbia.

b.4 - Pavimentazione in masselli di calcestruzzo autobloccanti.

Nelle lavorazioni di posa dei masselli autobloccanti, sono quando utilizzati per le pavimentazioni pedonali e carrabili, devono comprendere in entrambi i casi anche la posa dei cordoli. I masselli autobloccanti devono essere marcati CE in conformità alla norma UNI EN 1338.

I masselli dovranno essere posati su un letto di sabbia dello spessore non minore di 10 cm ovvero su un sottofondo di calcestruzzo magro poroso.

Nel caso di posa su un letto di sabbia le modalità d'esecuzione saranno:

- posa in opera di telo "tessuto non tessuto" della massa di $0,3/\text{m}^2$;
- formazione del sottofondo mediante stendimento, livellamento con realizzazione delle pendenze e costipamento di un primo strato di pietrischetto, con pezzatura da 1 cm e 3 cm, e di un secondo strato di sabbia;
- posa in opera dei masselli e successivo costipamento con piastra vibrante;
- sigillatura dei giunti su tutta la superficie pavimentata con sabbia e sigillatura laterale con mastice d'asfalto.

c. - Controlli

Le caratteristiche delle miscele e dei prodotti impiegati nonché gli spessori del sottofondo dovranno essere verificati ogni 500 metri di marciapiede realizzato con un minimo di una prova per ogni singolo marciapiede.

Sui masselli di calcestruzzo le prove e i limiti di accettazione saranno quelli previsti dalla norma UNI EN1338.

8.2. Parcheggi

La pavimentazione dei parcheggi sarà eseguita come indicato nei disegni di progetto con la pavimentazione di categoria D oppure con masselli in calcestruzzo vibro compresso autobloccanti, di spessore 6 cm, con strato superiore antiusura in quarzo.

I masselli in calcestruzzo saranno posti in opera a secco, sul letto di sabbia, di spessore minimo 5 cm, costituito da elementi di granulometria non superiore a 5 mm. Ai lati del percorso o delle aree di sosta saranno posti elementi di bordatura con funzione di contenimento della sabbia e della spinta orizzontale della pavimentazione sottoposta a carichi.

I singoli elementi della pavimentazione, accostati tra loro, saranno battuti con mazzuola di gomma a posa finita; tutta la superficie pavimentata sarà vibrata con apposita macchina dotata di piastra rotante in acciaio con protezione inferiore in gomma.

La sigillatura finale si realizzerà stendendo sul pavimento vibrato uno strato di sabbia finemente vagliata, con granulometria non superiore a 2 mm, così da completare la sigillatura tra i giunti autobloccanti.