



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
 AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE
 SERVIZIO OPERE STRADALI E FERROVIARIE

OGGETTO: OPERA S-1119

Lavori concernenti l'intervento di sistemazione e adeguamento delle
 fermate TPL in Val di Fiemme

CUP: C25F25000080003

FASE PROGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO

CATEGORIA:

120 - CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

TITOLO TAVOLA :

CSA - Norme Tecniche

FASE PROGETTO :

E

TIPO ELAB. :

R

CATEGORIA :

120

PARTE D'OPERA :

N° PROGR.

10

REVISIONE :

SCALA :

-

REDAZIONE :

DATA REDAZIONE :

Aprile 2025

PROGETTAZIONE :

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE
 DI PROGETTAZIONE:

Visto ! IL SOSTITUTO DIRETTORE
 DELL'UFFICIO INFRASTRUTTURE
 FERROVIARIE

ing. **Marco Sontacchi**

ing. **Marco Sontacchi**

ing. **Nicola Simoni**

COLLABORATORE alla PROGETTAZIONE:

RILIEVI TOPOGRAFICI :

Visto ! IL DIRIGENTE:

ing. **Davide Coelli**

Geom. **geom Forti saverio**

geom. **Claudio Decarli**

Geom. **geom. Luigi Rattin**

Dott. Ing. **Carlo Benigni**

RELAZIONE GEOLOGICA

Dott. **Riccardo Campana**



NOME FILE :

PLOTTAGGIO :

N. P.A.T. :

COPIA N.

INDICE DELL'INTRODUZIONE

GLOSSARIO GENERALE DEI TERMINI

GLOSSARIO GENERALE DEGLI ACRONIMI

1. PREMESSA

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

3. OGGETTO DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

4. CONTESTO DI RIFERIMENTO

4.1 ELEMENTI COSTITUTIVI DELLO SPAZIO STRADALE

4.2 ELEMENTI COSTRUTTIVI DEL CORPO STRADALE IN SEDE NATURALE

4.2.1 CORPO STRADALE CON SEZIONE IN RILEVATO

4.2.2 CORPO STRADALE CON SEZIONE IN TRINCEA

4.3 ELEMENTI COSTRUTTIVI DEL CORPO STRADALE IN ALTRE SEDI

4.4 ELEMENTI COSTRUTTIVI PER OPERE COMPLEMENTARI

5. QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI

5.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

5.2 REQUISITI DI ACCETTAZIONE

5.2.1 MARCATURA CE DEI PRODOTTI

5.2.2 QUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEI PRODOTTI RECUPERATI

6. CRITERI DI BASE PER LA SELEZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI E DEI PRODOTTI

7. STRUTTURA DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

8. MISURAZIONE DEI LAVORI

GLOSSARIO GENERALE DEI TERMINI

Aggregato [da norma UNI EN 13242:2008]: materiale granulare da utilizzare nelle costruzioni. L'aggregato può essere naturale, artificiale o riciclato.

Aggregato [da norma UNI EN 13043:2006]: materiale granulare utilizzato nelle costruzioni. L'aggregato può essere naturale, industriale o riciclato.

Aggregato naturale [da norma UNI EN 13242:2008]: aggregato di origine naturale che sia stato sottoposto solo a lavorazione meccanica.

Aggregato riciclato [da norma UNI EN 13242:2008]: aggregato risultante dalla lavorazione di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni.

Aggregato artificiale o industriale [da norma UNI EN 11531-1:2014]: aggregato minerale risultante da un processo industriale che implichi una modificazione termica o di altro tipo.

Aggregato recuperato [da Decreto Ministeriale 27.09.2022, n. 152]: i rifiuti di cui alle lettere a) e b) che hanno cessato di essere tali a seguito di una o più operazioni di recupero nel rispetto delle condizioni di cui all'articolo 184-ter, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006, e delle disposizioni del presente regolamento.

Conglomerato bituminoso [da norma UNI EN 13108-1:2016]: miscela omogenea tipicamente composta di aggregati fini e grossi, filler e legante bituminoso che è utilizzata nella costruzione di una pavimentazione.

Nota 1 Il conglomerato bituminoso può includere uno o più additivi per migliorare le caratteristiche di posa, la prestazione o l'aspetto della miscela.

Bonifica [da norma UNI 11531-1:2014]: azione di sostituzione, correzione, miglioramento o stabilizzazione, se del caso combinate tra di loro, del terreno presente al disotto del rilevato, o al di sotto del piano di posa della sovrastruttura nel caso di trincea.

Bonifica [da D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152]: l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR).

Colmata o rinterro [da norma UNI 11531-1:2014]: rimodellazione del terreno in zone al di fuori del corpo stradale, non aventi funzioni strutturali ai fini del transito dei mezzi di trasporto, ma destinate a funzioni accessorie per l'opera, come per esempio la riduzione dell'impatto acustico o dell'intrusione visiva.

Corpo del rilevato [da norma UNI 11531-1:2014]: volume necessario per colmare l'eventuale differenza di quota tra il piano di campagna e lo strato di sottofondo, previa asportazione dello strato di terreno vegetale. Insieme al sottofondo costituisce il rilevato.

Corpo stradale [da norma UNI 11531-1:2014]: opera strutturale costruita per sostenere il transito dei mezzi di trasporto. Comprende il corpo del rilevato, il sottofondo e la sovrastruttura stradale.

Dichiarazione di conformità (DDC): la dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà rilasciata dal produttore attestante le caratteristiche dell'aggregato recuperato o del granulato di conglomerato bituminoso in conformità ai decreti ministeriali da applicare per la cessazione della qualifica di rifiuto.

Dichiarazione di prestazione (DoP): la dichiarazione redatta in conformità al Regolamento delegato (UE) n. 574/2014, rilasciata dal produttore del materiale da costruzione attestante le prestazioni del prodotto e comprensiva della norma armonizzata applicabile e del livello di verifica e valutazione della costanza della prestazione.

Granulato di conglomerato bituminoso [da Decreto Ministeriale 28.03.2018, n. 69]: il conglomerato bituminoso che ha cessato di essere rifiuto a seguito di una o più operazioni di recupero nel rispetto delle condizioni di cui all'articolo 184-ter, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006, e delle disposizioni del presente decreto.

Pavimentazione [da UNI EN 13108-1:2016]: struttura composta da uno o più strati, per facilitare il passaggio del traffico sul terreno.

Piano di posa del rilevato [da norma UNI 11531-1:2014]: piano del terreno in sito sul quale si imposta il corpo del rilevato. Se eccessivamente cedevole, il terreno sottostante può essere costipato e bonificato per aumentare la portanza e/o evitare eccessivi cedimenti.

Produttore: ai fini delle presenti prescrizioni tecniche è sinonimo del termine Fabbricante, così come definito nel Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11) "Qualsiasi persona fisica o giuridica che fabbrichi un prodotto da costruzione o che faccia progettare o fabbricare tale prodotto e lo commercializzi con il suo nome o con il suo marchio".

Sottofondo [da norma UNI 11531-1:2014]: rappresenta, nelle sezioni in trincea, la parte del terreno in sito, eventualmente bonificato, sulla quale è realizzata la sovrastruttura, mentre nei rilevati corrisponde alla loro parte sommitale. La superficie superiore del sottofondo costituisce il piano di posa della sovrastruttura, salvo interposizione di strati anticapillari.

Sovrastruttura stradale [da norma UNI 11531-2:2021]: parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti di materiali e di spessori diversi, avente la funzione di sopportare complessivamente le azioni indotte dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno di appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture, nonché di garantire condizioni di sicurezza e confortevolezza alla circolazione stradale.

Sovrastruttura stradale flessibile [da norma UNI 11531-1:2014]: sovrastruttura formata da strati superiori costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici, e da strati di base e di fondazione legati o non legati.

Sovrastruttura stradale rigida [da norma UNI 11531-1:2014]: sovrastruttura formata da uno strato superiore costituito da una lastra in calcestruzzo, armato o non armata, e da uno o più strati di fondazione, legati o non legati.

Sovrastruttura stradale semirigida [da norma UNI 11531-1:2014]: sovrastruttura formata da strati superiori costituiti da miscele legate con leganti idrocarburici, strato di base legato con leganti idrocarburici o idraulici, ed eventualmente strati di sottobase e fondazione trattati anch'essi con leganti o non leganti.

Sovrastruttura stradale ad elementi [da norma UNI 11531-1:2014]: sovrastruttura formata, nella sua parte più superficiale, da elementi separati e giustapposti, quali cubetti, blocchi, basoli, lastre, masselli di calcestruzzo, ecc., eventualmente sigillati in opera nei giunti.

Stabilizzazione di una terra [da norma UNI 11531-1:2014]: trattamento di una terra con legante al fine di conseguire resistenze meccaniche che permangono anche dopo prolungata immersione in acqua, misurabili con prove di resistenza, quali quelle di compressione ad espansione laterale libera, trazione indiretta, ecc.

Strato di base non legato [da norma UNI 11531-1:2014]: strato disposto al di sotto degli strati superiori legati. Ad esso è demandato il compito resistere ai carichi trasmessi attraverso gli strati superficiali e di ripartirli sul sottostante strato di fondazione, di minori qualità portanti.

Strato di fondazione non legato [da norma UNI 11531-1:2014]: parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il sottofondo. Può essere suddivisa in più strati o può mancare in caso di sottofondi di portanza elevata.

Strato accessorio – anticapillare [da norma CNR BU n. 169/1994]: strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione ed il terreno di sottofondo, destinato ad interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera.

Strato accessorio – antigelo [da norma CNR BU n. 169/1994]: strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo.

Strato accessorio – drenante [da norma CNR BU n. 169/1994]: strato di materiale poroso permeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura, per provvedere alla raccolta ed allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

Terra [da norma UNI 11531-1:2014]: ogni roccia sciolta o frammentata, incoerente o che diviene tale in seguito al contatto più o meno prolungato con acqua, ovvero insieme di granuli naturali minerali e/o organici separabili con debole azione meccanica, ottenuti da scavi o provenienti da cave dalle quali il cavato sia trasferito al cantiere senza particolari operazioni di selezione, salvo l'eventuale passaggio su un vaglio sgrossatore. E' altresì denominato terra il risultato della miscelazione di due terre o di una terra e di un aggregato naturale.

Terreno [da norma UNI 11531-1:2014]: per terreno si intende la roccia, sia essa sciolta o lapidea, considerata nel suo ambiente naturale.

Terreno vegetale [da norma UNI 11531-1:2014]: la parte del terreno contenente sostanze organiche e interessato dalle radici delle piante.

Trincea [da norma UNI 11531-1:2014]: sezione stradale in scavo rispetto al piano di campagna

NOTA

Ai fini delle presenti prescrizioni tecniche il termine riportato nel testo “**aggregato riciclato**”, citato nel complesso delle norme tecniche, è sinonimo di “**aggregato recuperato**”, citato nella legislazione in materia ambientale.

GLOSSARIO GENERALE DEGLI ACRONIMI

BU = Bollettino Ufficiale

CE = presunzione di conformità (Conformity Expectancy)

C&D = attività di costruzione e demolizione (construction & demolition)

C&DW = rifiuti delle attività di costruzione e demolizione (construction & demolition waste)

cfr = confronta

CNR = Consiglio Nazionale delle Ricerche

DDC = Dichiarazione di conformità ai sensi dei decreti ministeriali per la cessazione della qualifica di rifiuto (DM 152/2022 – DM 69/2018)

DL = Direttore dei Lavori

DoP = Dichiarazione di Prestazione ai sensi del Capo II del Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11)

EN = norma europea elaborata dall'Organismo di Normazione Europea CEN (European Committee for Standardization),

EoW = materiale che ha cessato la qualifica di rifiuto (End of Waste)

FPC = Controllo della produzione in fabbrica (Factory Production Control)

ISO = norma elaborata dall'organizzazione internazionale per la standardizzazione ISO (International Standard Organization)

P.A.T. = Provincia autonoma di Trento

TGM = Traffico Giornaliero Medio

UM = unità di misura (secondo D.P.R. 12 agosto 1982, n. 802)

UNI = norma italiana elaborata dall'Ente nazionale italiano di unificazione

VVCP = Valutazione e Verifica della Costanza della Produzione

1. PREMESSA

Il Capitolato Speciale d'Appalto fa parte integrante del contratto nel quale sono riportate le norme dirette a regolare il rapporto tra Stazione Appaltante e Impresa ed è composto, come previsto dalla normativa vigente in materia, da due parti:

la Parte Prima contiene la descrizione delle lavorazioni e riporta tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo;

la Parte Seconda contiene la specificazione delle prescrizioni tecniche relative alle lavorazioni previste per l'appalto.

Il presente documento, **Opere di costruzione del corpo stradale, prescrizioni tecniche**", costituisce la Parte Seconda del Capitolato d'appalto e comprende, in dettaglio, le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione dei materiali e dei componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, in relazione alle caratteristiche degli interventi, l'ordine da tenersi nello svolgimento delle specifiche lavorazioni.

RIFERIMENTI NORMATIVI

I riferimenti normativi richiamati nelle presenti prescrizioni tecniche sono indispensabili per la corretta applicazione. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per quanto riguarda i riferimenti non datati, vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti). Per quanto riguarda le norme armonizzate vale l'ultima edizione pubblicata nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.

In fase di progettazione esecutiva dell'opera il Progettista dovrà verificare lo stato di aggiornamento delle norme tecniche applicate.

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti prescrizioni tecniche si riferiscono all'esecuzione dei lavori che interessano il **corpo stradale**.

Sono applicabili al sistema delle infrastrutture stradali costituito dalle strade (archi), dalle interconnessioni (nodi) e dai punti terminali (es. piazzali), come definito nelle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade¹, ai diversi livelli di rete.

A titolo esemplificativo le presenti prescrizioni tecniche si applicano alle seguenti categorie di infrastrutture:

- strade (urbane ed extraurbane);
- strade interpoderali;
- aree di sosta e di servizio;
- parcheggi;
- percorsi ciclopedonali.

I lavori da svolgere con i materiali e tecnologie specificate posso essere classificati in:

- lavori di nuova costruzione;
- lavori di manutenzione straordinaria, finalizzati alla ricostruzione e/o rafforzamento della struttura stradale;
- lavori di manutenzione ordinaria, finalizzati al ripristino delle caratteristiche funzionali del piano viabile;
- ripristini del corpo stradale.

La natura delle lavorazioni è definita nell'Appalto, a cui sono annesse le presenti prescrizioni tecniche, mentre il dettaglio delle lavorazioni specifiche di progetto, della loro quantità e ubicazione è definito dal Progettista e riportato negli elaborati di progetto.

Le presenti prescrizioni tecniche non comprendono i criteri della progettazione geometrica dei tracciati stradali.

3. OGGETTO DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Le presenti prescrizioni recepiscono il complesso delle norme tecniche e ambientali attualmente disponibili con recepimento delle esigenze strutturali, funzionali e ambientali.

Sono definiti i requisiti di qualificazione e accettazione dei prodotti da impiegare e i requisiti delle specifiche lavorazioni. Sono recepite le istanze prestazionali di durabilità delle opere, di riduzione degli impatti ambientali nei processi costruttivi e di sicurezza per gli utenti in transito.

¹ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti decreto 5 novembre 2001. — Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

Ogni requisito è definito con riferimento alle norme tecniche da applicare al fine di consentire una corretta selezione dei prodotti e dimensionamento degli strati, in fase di progettazione, e di attuare il controllo delle prestazioni in fase esecutiva e di collaudo finale.

4. CONTESTO DI RIFERIMENTO

Ai fini delle presenti prescrizioni tecniche si riportano di seguito gli elementi essenziali di riferimento per la corretta individuazione degli elementi costitutivi dello spazio stradale e gli elementi costruttivi del corpo stradale.

Tali riferimenti sono tratti dalle norme vigenti per la progettazione e dalle norme tecniche di classificazione dei prodotti.

4.1 ELEMENTI COSTITUTIVI DELLO SPAZIO STRADALE

La sede stradale è una struttura complessa che comprende gli spazi stradali e gli elementi costitutivi riportati nella figura 1, tratta dal Decreto Ministeriale 5.11.2001, n. 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.

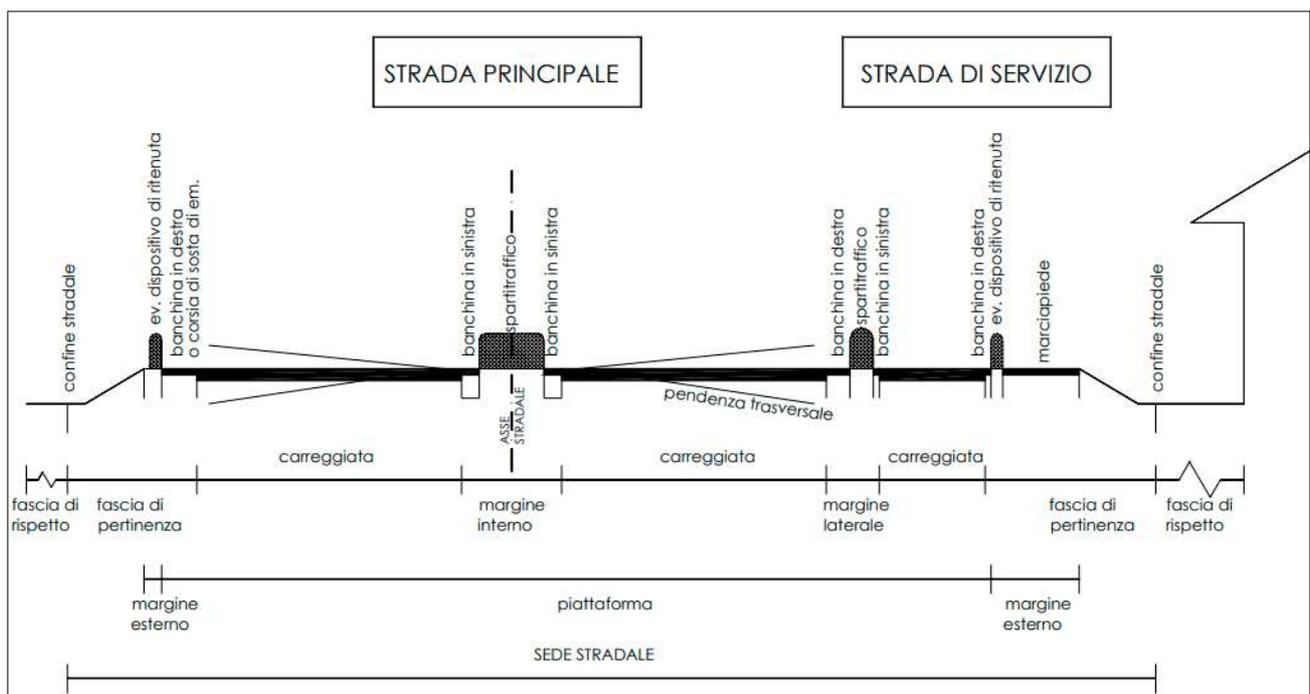


Figura 1 - Elementi costitutivi dello spazio stradale [tratta da D.M. 5 novembre 2001, n.6792]

La sede stradale può avere piattaforma in sede naturale (in rilevato o in trincea), su impalcato (es. ponti e viadotti) o in galleria.

4.2 ELEMENTI COSTRUTTIVI DEL CORPO STRADALE IN SEDE NATURALE

Il corpo stradale è un'opera strutturale costruita per sostenere il transito dei mezzi di trasporto e comprende il corpo del rilevato (ove presente), il sottofondo e la sovrastruttura stradale. E' costituito dagli elementi costruttivi, realizzati a strati sovrapposti, con funzioni differenti in base al contesto di inserimento dell'opera, al posizionamento nella sezione stradale ed alle esigenze a cui deve corrispondere.

Nel caso di piattaforma in sede naturale il corpo stradale è classificato in base al contesto plano-altimetrico di inserimento in due sezioni differenti:

corpo stradale in rilevato;

corpo stradale in trincea.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le due sezioni corrispondenti con le tipologie di elementi costruttivi costituenti il corpo stradale in sede naturale.

4.2.1 CORPO STRADALE CON SEZIONE IN RILEVATO

In generale la realizzazione di un rilevato è necessaria quando il profilo di progetto si trova ad una quota più elevata di quella del terreno.

Al fine di ottenere un piano di posa stabile della sovrastruttura stradale, la costruzione del corpo del rilevato deve essere eseguita in modo tale da assicurare una sostanziale indeformabilità in presenza di carichi permanenti (peso proprio), accidentali (carichi mobili) nonché al variare dell'umidità.

Il corpo stradale in rilevato può avere uno o entrambi i bordi laterali liberi in scarpata (figura 2), secondo le sagome definite in progetto in base all'altezza del rilevato stesso rispetto al piano di campagna.

Il corpo stradale può anche essere contenuto da opere strutturali come, ad esempio, muri di sostegno o di sottoripa, in uno o in entrambi i lati della carreggiata (figura 3).

Al fine di ridurre l'estensione della sede stradale e migliorare la portanza il corpo del rilevato può anche essere realizzato con impiego di terre rinforzate (figura 4).

Si precisa che il "Piano viabile" è riferito a tutte le applicazioni delle presenti prescrizioni tecniche come specificato al punto 2.

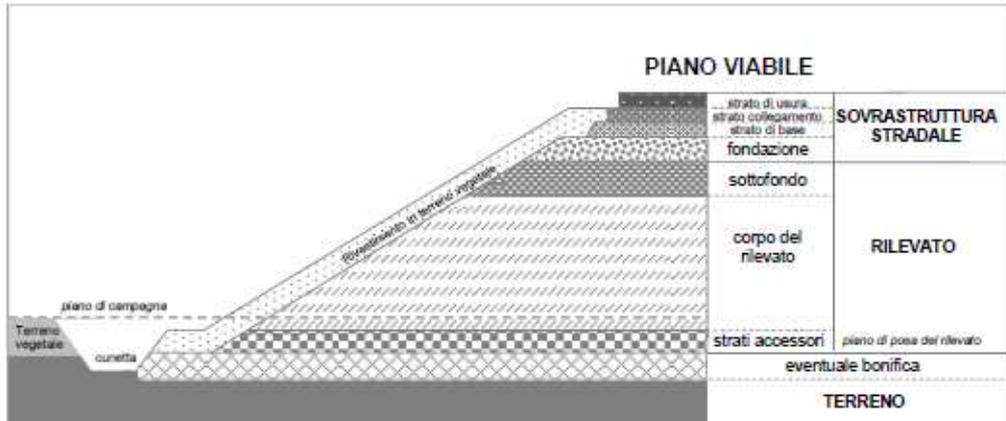


Figura 2 - Esempio schematico di sezione del corpo stradale in rilevato

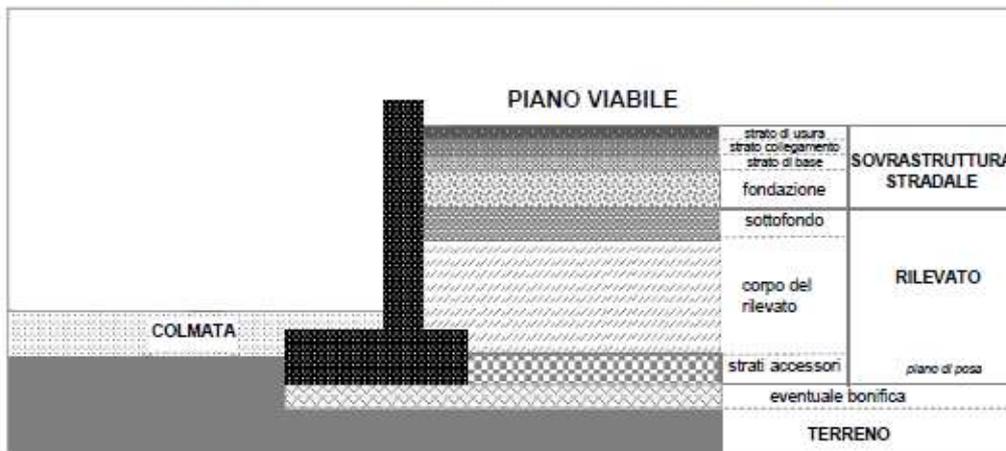


Figura 3 - Esempio schematico di sezione del corpo stradale in rilevato con muro di sostegno

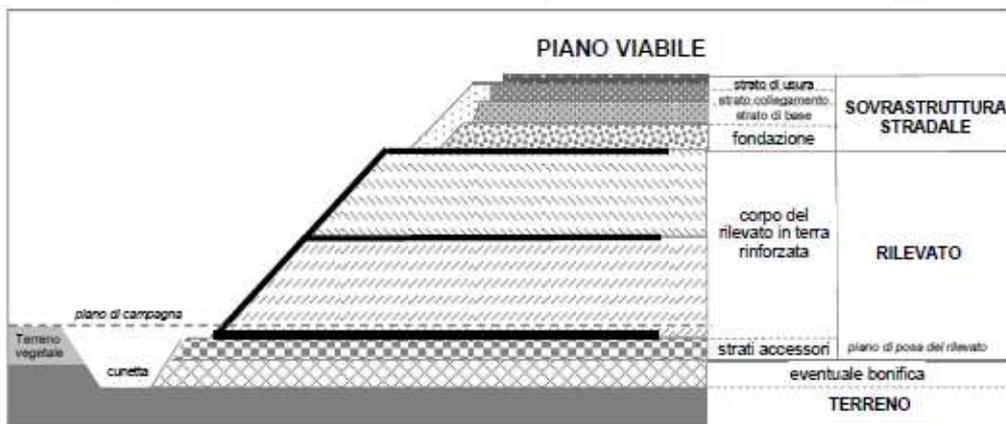


Figura 4 - Esempio schematico di sezione del corpo stradale con rilevato in terra rinforzata

I materiali da utilizzare per la realizzazione degli elementi costruttivi riportati nelle figure precedenti (figure 2, 3 e 4), ad esclusione delle strutture in calcestruzzo e le armature delle terre rinforzate, sono qualificati nelle presenti prescrizioni tecniche.

La scelta dei materiali e il dimensionamento degli strati deve evitare che durante la costruzione o in fase di esercizio si verifichino dei cedimenti del piano di posa del rilevato, immediati o differiti nel tempo, o che si presenti un'instabilità globale, per effetto di scoscendimenti che interessano solo il corpo del rilevato o estesi al terreno in posto.

E' pertanto necessario procedere con valutazioni di tipo geotecnico in fase di progettazione e in fase di costruzione, con particolare attenzione in presenza di terreni argillosi, limosi o comunque materiali ad elevata plasticità.

4.2.2 CORPO STRADALE CON SEZIONE IN TRINCEA

In generale la realizzazione di una trincea è necessaria quando il profilo di progetto si trova al di sotto del piano di campagna e prevede l'asportazione di determinati volumi di terreno, sagomando le scarpate laterali secondo pendenze che ne garantiscano la stabilità.

La piattaforma stradale in trincea può avere uno o entrambi i bordi laterali con rampa di risulta dallo scavo di sbancamento (figura 5).

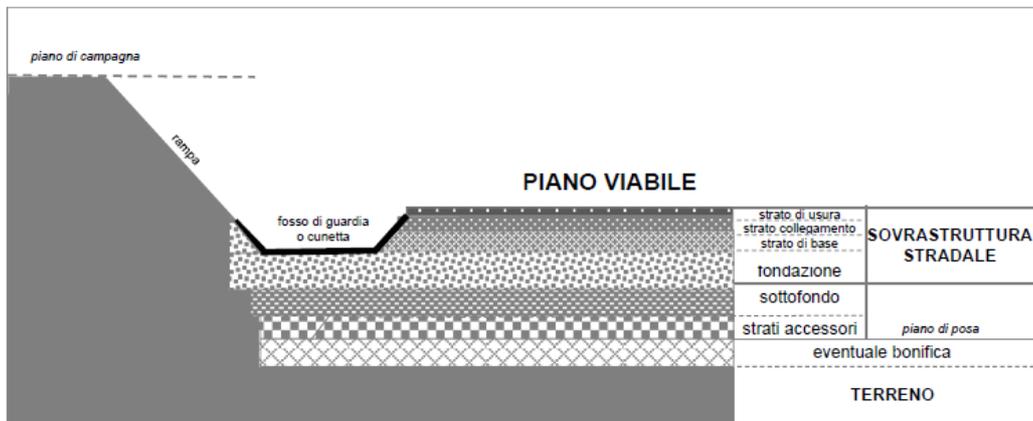


Figura 5 - Esempio schematico di sezione del corpo stradale in trincea

Il principale problema di una trincea che può insorgere durante la costruzione o in fase di esercizio è l'instabilità delle scarpate, specie in presenza di moti di filtrazione, in presenza di stratificazioni di materiali con caratteristiche meccaniche e sensibilità all'acqua differenti e pendenza del profilo trasversale.

Nel caso in cui non sia possibile realizzare una scarpata su versante naturale o la sezione stradale sia del tipo "a mezza costa", con trincea a monte e rilevato a valle, si rende necessario prevedere strutture di sostegno come, ad esempio, muri in calcestruzzo o terre rinforzate.

Nella figura seguente è riportato un esempio schematico di sezione del corpo stradale in prossimità di un muro di controripa (figura 6).

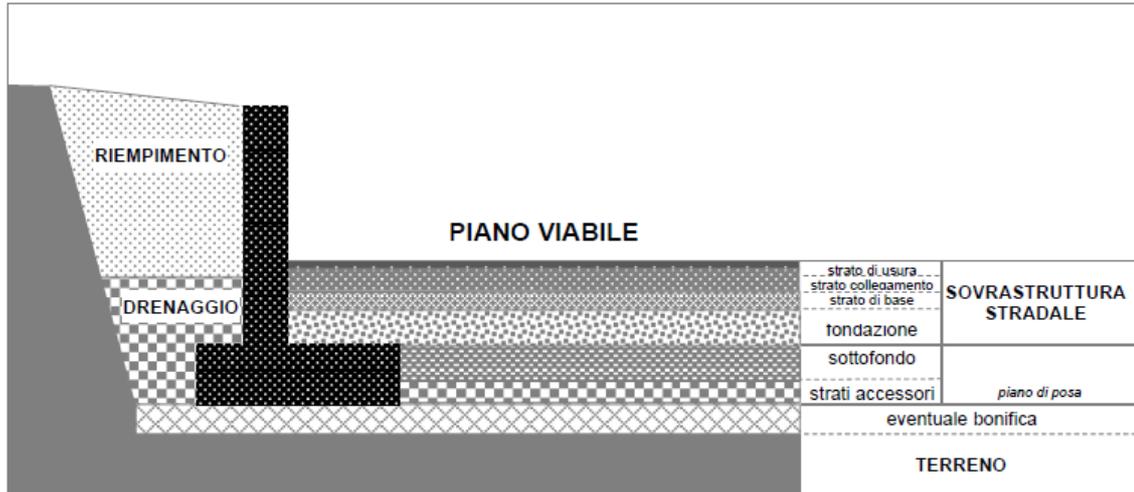


Figura 6 - Esempio schematico di sezione del corpo stradale in trincea con muro di controripa

In alternativa alla costruzione di un muro in controripa può essere realizzata una struttura in terra rinforzata sostanzialmente simile alla struttura schematizzata in figura 4.

I materiali da utilizzare per la realizzazione degli elementi costruttivi riportati nelle figure precedenti (figure 5 e 6), ad esclusione delle strutture in calcestruzzo e le armature delle terre rinforzate, sono qualificati nelle presenti prescrizioni tecniche. In particolare, per la realizzazione della terra rinforzata posizionata in luogo del muro di controripa sono, in base alle caratteristiche geotecniche definite in progetto, sono impiegati i materiali qualificati per riempimenti o per corpo del rilevato.

4.3 ELEMENTI COSTRUTTIVI DEL CORPO STRADALE IN ALTRE SEDI

Nel caso di piattaforma in sede non naturale, il corpo stradale è parte di opere strutturali più complesse come, ad esempio, impalcati e gallerie.

In questi casi le presenti prescrizioni tecniche sono applicabili per gli elementi costruttivi della sovrastruttura stradale.

Sono escluse le specifiche tecniche per la realizzazione delle opere d'arte strutturali per le quali si applicano le norme tecniche vigenti per le costruzioni².

² Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17.01.2018 "Norme tecniche per le costruzioni"

4.4 ELEMENTI COSTRUTTIVI PER OPERE COMPLEMENTARI

La piattaforma stradale è interessata anche dalla presenza di altre infrastrutture inglobate nel corpo stradale come, ad esempio, le reti di sottoservizi.

I materiali impiegati per il ripristino e ricomposizione degli elementi costruttivi a seguito di scavi di sbancamento o scavi a sezione obbligata devono essere selezionati tra i materiali qualificati nelle presenti prescrizioni tecniche, in base alla posizione e alle caratteristiche tecniche e prestazionali.

La figura 7 riporta un esempio schematico di ricomposizione degli elementi costruttivi per ripristino del corpo stradale, compresa la sovrastruttura, a seguito della realizzazione di un sottoservizio.

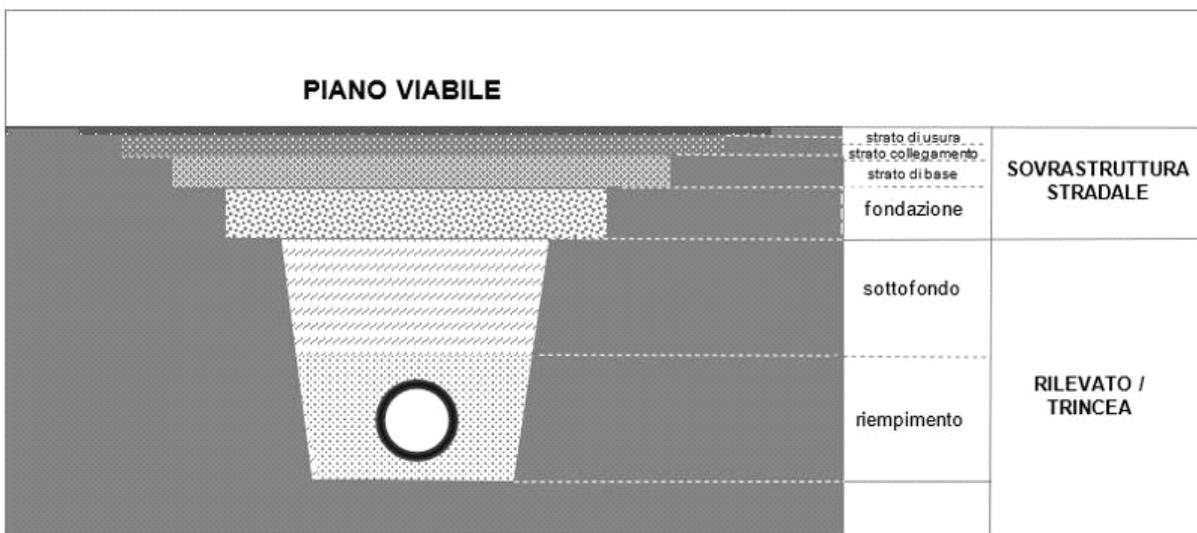


Figura 7 - Esempio schematico di ripristino del corpo stradale (posa di un sottoservizio)

5. QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI

5.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

I materiali da impiegare per la realizzazione dell'opera dovranno corrispondere a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

Costituiscono riferimenti essenziali per la qualificazione e accettazione dei prodotti le seguenti categorie di prescrizioni:

- **prescrizioni tecniche** cogenti per la classificazione e determinazione delle proprietà dei materiali costituenti, dei prodotti e delle opere;
- **prescrizioni di idoneità** secondo quanto previsto dal Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa le condizioni per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e dalle norme armonizzate applicabili e dai relativi Decreti ministeriali di attuazione (adempimenti per la Marcatura CE);
- **prescrizioni di compatibilità ambientale** previste dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152 (Testo unico ambientale) e s.m.i. e dai Decreti ministeriali applicabili per i procedimenti di cessazione della qualifica dei rifiuti.

Le caratteristiche specifiche dei materiali e delle lavorazioni, riportate nelle presenti prescrizioni tecniche, sono determinate mediante procedimenti normati; per le norme riportate nel testo prive di data vale l'edizione vigente alla data del progetto.

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché siano conformi ai requisiti delle presenti prescrizioni tecniche.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori che ha la facoltà di rifiutare i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle presenti prescrizioni tecniche. L'Impresa dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli, a proprie spese, con altri idonei.

Qualora l'Impresa non effettuasse la rimozione, nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la Direzione dei Lavori stessa a totale spesa dell'Impresa, a carico della quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

L'Impresa che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

PRECISAZIONI

Si precisa che il termine “bonifica” adottato nelle presenti prescrizioni tecniche è inteso nel significato definito nella norma tecnica UNI 11531-1:2014 “azione di sostituzione, correzione, miglioramento o stabilizzazione, se del caso combinate tra di loro, del terreno presente al disotto del rilevato, o al di sotto del piano di posa della sovrastruttura nel caso di trincea”.

5.2 REQUISITI DI ACCETTAZIONE

In analogia con le norme tecniche per le costruzioni³, i materiali ed i prodotti specificati nelle presenti prescrizioni tecniche devono essere:

- **identificati** univocamente a cura del fabbricante;
- **qualificati** sotto la responsabilità del fabbricante secondo quanto previsto dalle presenti prescrizioni tecniche;
- **accettati** dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

L'Impresa esecutrice non potrà impiegare nell'opera materiali non accettati dal Direttore dei lavori.

Ai fini dell'accettazione dei materiali impiegati nell'opera, oltre ai requisiti tecnici e prestazionali, dovranno essere espressamente applicate anche le prescrizioni in materia di commercializzazione dei prodotti da costruzione (marcatura CE) e in materia di compatibilità ambientale, come definito nei paragrafi seguenti.

5.2.1 MARCATURA CE DEI PRODOTTI

Nel caso di prodotti per i quali vige l'obbligo di marcatura CE ai sensi del Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), l'Impresa dovrà trasmettere al Committente o al Direttore dei lavori, la Dichiarazione di prestazione del prodotto (DoP), redatta dal fabbricante in conformità al Regolamento delegato UE n. 574 del 21.02.2014.

Ogni consegna del prodotto deve essere provvista di etichetta di marcatura CE, apposta sul documento di accompagnamento o ad esso allegata.

Non saranno accettati in cantiere prodotti, per i quali vige l'obbligo di marcatura CE, che risultino sprovvisti di tale documentazione.

³ Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17.01.2018 “Norme tecniche per le costruzioni”

Le presenti prescrizioni tecniche riportano, per ogni categoria di prodotto, i riferimenti alle norme armonizzate per la marcatura CE, ove obbligatoria.

5.2.2 QUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEI PRODOTTI RECUPERATI

Le presenti prescrizioni tecniche comprendono anche l'impiego di materiali provenienti dalle operazioni di recupero e trattamento di rifiuti inerti, debitamente autorizzate dalle autorità competenti. In particolare, tali materiali sono definiti come riciclati o recuperati e cessano la qualifica di rifiuto e divengono prodotti per le costruzioni con l'emissione della Dichiarazione di conformità (DDC). La Dichiarazione di conformità dei prodotti riciclati o recuperati è predisposta in conformità alle norme vigenti e sottoscritta dal produttore del materiale a seguito dei controlli per l'accertamento delle caratteristiche di compatibilità ambientale e di idoneità tecnica per gli usi specifici.

I prodotti sono conformi a quanto esplicitamente stabilito nell'autorizzazione rilasciata ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006.

L'Impresa dovrà trasmettere al Committente o al Direttore dei lavori, la Dichiarazione di conformità (DDC), redatta dal produttore per ogni materiale riciclato o recuperato impiegato nell'opera.

Non saranno accettati in cantiere prodotti riciclati o recuperati privi della Dichiarazione di conformità.

Le presenti prescrizioni tecniche riportano, per ogni categoria di prodotto, i riferimenti alle norme per la cessazione della qualifica di rifiuto.

6. CRITERI DI BASE PER LA SELEZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI E DEI PRODOTTI

Il Progettista dovrà valutare attentamente tutti gli elementi del contesto in cui si realizza l'opera, sia essa di nuova costruzione sia di manutenzione dell'esistente, al fine di corrispondere compiutamente alle esigenze richieste.

Le attività preliminari della progettazione (input) riguardano i seguenti aspetti:

- indicazioni del committente (es. programma dei tempi di realizzazione, durata prevista dell'opera, prospettive di evoluzione di utilizzo dell'opera nel tempo);
- valutazioni dello stato di fatto (es. caratteristiche dei luoghi, caratteristiche dei materiali e dei terreni esistenti, diagnosi dei degradi e dei dissesti, esistenza e adeguatezza di impianti e/o opere di regimazione delle acque profonde e superficiali);
- analisi delle azioni che interessano l'opera (es. flussi di traffico, tipologia di veicoli, condizioni climatiche ed effetti sulla sovrastruttura);
- vincoli normativi (es. obbligo di utilizzo di materiali riciclati);
- vincoli costruttivi (es. procedure di esecuzione dei lavori, interferenze con altre lavorazioni, vincoli tecnici inerenti le dimensioni e tipologie di macchine operatrici necessarie per la realizzazione dell'opera).

Sulla base delle informazioni assunte (input della progettazione) il Progettista dovrà analizzare le esigenze specifiche (strutturali, funzionali e ambientali) cui l'opera deve soddisfare nel ciclo di vita definito.

In particolare, il Progettista dovrà valutare attentamente:

- le esigenze strutturali, per prevenire fenomeni di degrado e dissesti dell'opera o di parte di essa, selezionando i prodotti e la stratigrafia con le caratteristiche di portanza e resistenza ai carichi specifici per l'opera con opportuno dimensionamento degli strati;
- le esigenze funzionali, per assicurare le caratteristiche di sicurezza per gli utenti, selezionando prodotti con le prestazioni di aderenza commisurate al traffico specifico per l'opera;
- le esigenze ambientali, per assicurare la massima riduzione degli impatti sull'ambiente, selezionando i prodotti e la stratigrafia che consenta il massimo impiego dei materiali riciclati e dei materiali con riduzione delle risorse energetiche per la loro produzione (energia inglobata).

Al fine di raggiungere gli obiettivi di recupero delle risorse e di attuazione dei principi per la transizione verso un'economia circolare⁴, il Progetto dell'opera dovrà prevedere il massimo impiego di prodotti riciclati e prodotti con elevato contenuto di materiale riciclato, purché conformi ai requisiti prestazionali (tecnici e ambientali) definiti nelle presenti prescrizioni tecniche.

⁴ COM (2014) 398 del 2.07.2014 Verso un'economia circolare: programma per un'Europa a zero rifiuti; COM (2015) 614 del 2.12.2015 L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare; COM (2020) 98 del 11.03.2020 Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare Per un'Europa più pulita e più competitiva

7. STRUTTURA DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Le presenti prescrizioni tecniche sono articolate in parti distinte, ognuna delle quali comprende una categoria di elementi costruttivi. Le parti costituenti sono:

INTRODUZIONE

E' la presente parte, definisce il campo di applicazione delle prescrizioni tecniche e fornisce le informazioni di base per la classificazione e individuazione degli elementi costruttivi e per la qualificazione e accettazione dei materiali.

PARTE A – Strati in materiale non legato

La Parte A definisce i requisiti dei prodotti e delle lavorazioni per la costruzione di rilevati, sottofondi, fondazioni, rinterri, strati accessori con materiali non legati.

PARTE B - Strati in materiale legato

La Parte B definisce i requisiti dei materiali e delle lavorazioni per l'esecuzione di miglioramenti, stabilizzazioni e misti cementati.

PARTE C - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

La Parte C definisce i requisiti dei prodotti e delle lavorazioni per la costruzione di pavimentazioni flessibili con conglomerati bituminosi a caldo e a tiepido, conglomerati bituminosi prodotti a caldo e stesi a freddo, conglomerati bituminosi per ripristini temporanei localizzati, elementi di interconnessione e conglomerati chiari.

Il prospetto 1 riporta le categorie dei prodotti specificati nelle presenti prescrizioni tecniche, raggruppati per elemento costruttivo, con indicazione della parte del documento in cui sono definiti i requisiti di accettazione.

Prospetto 1 – Quadro di sintesi dei prodotti specificati nelle prescrizioni tecniche

ELEMENTO COSTRUTTIVO		PRODOTTO / LAVORAZIONE	PARTE
SOVRASTRUTTURA	STRATI DI USURA STRATI DI COLLEGAMENTO STRATI MULTIFUNZIONALI	Miscele bituminose prodotte e stese a caldo o a tiepido	C
		Elementi di interconnessione	C
		Miscele bituminose a freddo per ripristini localizzati	C
		Miscele bituminose chiare	C
	STRATI DI BASE	Base legata con legante bituminoso (caldo/tiepido)	C
		Base in conglomerato bituminoso riciclato a freddo	C
		Base in misto granulare non legato	A
	STRATI DI FONDAZIONE	Fondazione non legata	A
		Fondazione legata con cemento (misto cementato)	B
	CORPO DEL RILEVATO	SOTTOFONDO	Sottofondo non legato
Sottofondo migliorato			B
Sottofondo stabilizzato			B
CORPO DEL RILEVATO		Rilevato non legato	A
		Rilevato migliorato	B
		Rilevato stabilizzato	B
STRATI ACCESSORI		Drenante	A
		Antigelo	A
		Anticapillare	A
ALTRO	COLMATE / RIEMPIMENTI	Materiale di riempimento	A
	PIANO DI POSA	Miglioramento del piano di posa del rilevato o del sottofondo	B

Il Progettista dovrà definire gli elementi costruttivi da realizzare e selezionare i materiali corrispondenti specificati nelle presenti norme tecniche.

8. MISURAZIONE DEI LAVORI

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o ponderali, in massa, secondo quanto previsto nell'elenco prezzi.

Le misure saranno prese in contraddittorio dalla Direzione dei lavori e dall'Impresa progressivamente con l'esecuzione dei lavori ed i lavori saranno liquidati in base alle misure delle opere effettivamente realizzate. I materiali forniti con misurazione in massa dovranno essere accompagnati da tagliando di pesa regolarmente sottoposta a taratura in conformità alle norme vigenti in materia di commercializzazione dei prodotti.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verificare e di rettificare le misurazioni in occasione delle operazioni di collaudo.

Per la redazione della contabilità dei lavori dovranno essere applicate le dimensioni delle singole lavorazioni eseguite secondo le unità di misura riportate nel prospetto 2.

Prospetto 2 - Unità di misura delle lavorazioni e delle forniture

ELEMENTO COSTRUTTIVO		PRODOTTO / LAVORAZIONE	UNITA' DI MISURA	
			FORNITURA	LAVORAZIONE
SOVRASTRUTTURA	STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	Strati a spessore definito	t	m ² x cm
		Strati a spessore variabile (risagomature)	t	t
		Strato di base in riciclato a freddo	t	m ² x cm
		Conglomerato bituminoso plastico per ripristini localizzati	kg	-
	STRATI DI INTERCONNESSIONE	Mani d'attacco	kg	m ²
		Mani di impregnazione	kg	m ²
	STRATI DI FONDAZIONE	Fondazione non legata	m ³	m ³
Fondazione legata		m ³	m ³	
CORPO DEL RILEVATO	SOTTOFONDO	Sottofondo non legato	m ³	m ³
		Sottofondo migliorato (a spessore definito)	-	m ² x cm
		Sottofondo stabilizzato (a spessore definito)	-	m ² x cm
	CORPO DEL RILEVATO	Rilevato non legato	m ³	m ³
		Rilevato migliorato (a spessore definito)	-	m ² x cm
		Rilevato stabilizzato (a spessore definito)	-	m ² x cm
	STRATI ACCESSORI	Drenante	m ³	m ³
		Antigelo	m ³	m ³
		Anticapillare	m ³	m ³
ALTR	COLMATE / RIEMPIMENTI	Materiale di riempimento	m ³	m ³
	PIANO DI POSA	Miglioramento del piano di posa del rilevato o del sottofondo	-	m ²
NOTE				
Il materiale in fornitura è sciolto, misurato su autocarro o a cumulo				
Il materiale sottoposto a lavorazione è addensato secondo le prescrizioni definite per il singolo elemento costruttivo				

In particolare, le masse volumiche delle miscele bituminose (c.d. peso specifico) sono riferite alle seguenti condizioni di stato:

- materiali compattati nelle condizioni ottimali dello studio preliminare (mix design), per valutazioni in progettazione;
- materiali compattati nelle condizioni reali in sito dopo compattazione, per valutazioni reali (ex post).

I valori delle masse volumiche sono determinati mediante prove di laboratorio e sono riportati nella documentazione di supporto per la qualifica delle miscele e controllo delle lavorazioni, come da prospetto 3.

Prospetto 3 – Riferimenti delle masse volumiche dei conglomerati bituminosi

STATO	DOCUMENTO	SIMBOLO	UM	REQUISITO
Materiale compattato in laboratorio	Studio di miscela (Mix design)	ρ	kg/m ³	Massa volumica apparente (o peso specifico apparente)
Materiale compattato in opera	Rapporto di prova (prove su carota)	ρ	kg/m ³	Massa volumica apparente materiale compattato in opera (o peso specifico apparente)



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Agenzia Provinciale Opere Pubbliche

**OPERE DI COSTRUZIONE
DEL CORPO STRADALE
PRESCRIZIONI TECNICHE**

PARTE A

STRATI IN MATERIALE NON LEGATO

Rilevati

Sottofondi

Fondazioni e basi

Reinterri, colmate

Strati accessori

Revisione del 23 agosto 2023

INDICE DELLA PARTE A – Strati in materiale non legato

GLOSSARIO DEI TERMINI

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

1. CLASSIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI NON LEGATI
 - CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI IN BASE ALL'ORIGINE
 - NORME DI QUALIFICAZIONE E IDONEITA' DEI MATERIALI
 - MARCATURA CE DEI PRODOTTI
 - QUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI RECUPERO
 - QUALIFICAZIONE DELLE TERRE
 - Qualificazione ambientale delle terre
 - Classificazione delle terre in gruppi
 - TRATTAMENTI DEI TERRENI
 - BONIFICA
 - CORREZIONI E MIGLIORAMENTI
 - CAMPO PROVE
 2. MATERIALI NON LEGATI E IMPIEGHI PREVISTI
 - CORPO DEL RILEVATO
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER IL CORPO DEL RILEVATO
 - Requisiti degli aggregati per il corpo del rilevato (riciclati e naturali)
 - Requisiti delle terre per corpo del rilevato
 - SOTTOFONDO
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER SOTTOFONDO
 - Requisiti degli aggregati per sottofondo (riciclati e naturali)
 - Requisiti delle terre per sottofondo
 - STRATO DI FONDAZIONE NON LEGATA
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO DI FONDAZIONE NON LEGATA
 - Requisiti degli aggregati per fondazione non legata (riciclati e naturali)
 - STRATO DI BASE NON LEGATA
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER STRATO DI BASE NON LEGATA
 - Requisiti degli aggregati per base non legata (riciclati e naturali)
 - COLMATA O RINTERRO
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER COLMATE O RINTERRI
 - Requisiti degli aggregati riciclati per colmate o rinterrati
 - STRATI ACCESSORI – Anticapillare e drenante
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO ANTICAPILLARE
 - Requisiti degli aggregati per strati anticapillari e drenanti (riciclati e naturali)
 - Requisiti delle terre per lo strato anticapillare e drenante
 - STRATI ACCESSORI - Drenante
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO DRENANTE
 - Requisiti degli aggregati per lo strato drenante (riciclati e naturali)
 - STRATI ACCESSORI – Drenante e antigelo
 - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO DRENANTE E ANTIGELO
 - Requisiti degli aggregati per strati drenanti e antigelo (riciclati e naturali)
 3. COSTRUZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI
 - COSTIPAMENTO DEI MATERIALI
 - PREPARAZIONE DEL PIANO DI APPOGGIO
 - ESECUZIONE DEL PIANO DI APPOGGIO DEL RILEVATO
 - ESECUZIONE DEL PIANO DI APPOGGIO IN TRINCEA
 - COSTRUZIONE DEL RILEVATO
 - COSTRUZIONE DEL SOTTOFONDO
 - COSTRUZIONE DELLA FONDAZIONE NON LEGATA E BASE NON LEGATA
 - COSTRUZIONE DELLE COLMATE O RINTERRI
 - COSTRUZIONE DEGLI STRATI ACCESSORI
 4. CARATTERISTICHE DI ADDENSAMENTO E DI PORTANZA DEGLI STRATI NON LEGATI
 5. CONTROLLI DEI MATERIALI E DELLE LAVORAZIONI
 - CONTROLLI PRELIMINARI
 - CONTROLLI PERIODICI
 - CONTROLLO PERIODICO DEI REQUISITI DI IDONEITA' DEI MATERIALI
 - CONTROLLO PERIODICO DELLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI DEI MATERIALI RECUPERATI
 - CONTROLLO PERIODICO DEI REQUISITI GEOTECNICI DEI MATERIALI
 - CONTROLLO PERIODICO DEI REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE OPERE
- SCHEDE PRODOTTO

INDICE DEI PROSPETTI

- Prospetto 1 – Norme di riferimento per la qualificazione e idoneità delle miscele granulari non legate
- Prospetto 2 - Classificazione delle terre [tratto dalla norma tecnica UNI 11531-1:2014]
- Prospetto 3 – Codifica delle miscele granulari non legate
- Prospetto 4 – Requisiti di idoneità degli aggregati per corpo del rilevato (riciclati e naturali)
- Prospetto 5 – Requisiti geotecnici degli aggregati per corpo del rilevato (riciclati e naturali)
- Prospetto 6 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per corpo del rilevato (AM-R-125a)
- Prospetto 7 – Requisiti di classificazione delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)
- Prospetto 8 - Distribuzione granulometrica delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)
- Prospetto 9 - Requisiti fisici delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)
- Prospetto 10 - Requisiti geotecnici delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)
- Prospetto 11 - Requisiti di idoneità degli aggregati per sottofondo (riciclati e naturali)
- Prospetto 12 - Requisiti geotecnici degli aggregati per sottofondo (riciclati e naturali)
- Prospetto 13 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per sottofondo (AM-R-63)
- Prospetto 14 – Requisiti di classificazione delle terre per sottofondi (TM-63)
- Prospetto 15 – Distribuzione granulometrica delle terre per sottofondi (TM-63)
- Prospetto 16 – Requisiti fisici delle terre per sottofondi (TM-63)
- Prospetto 17 – Requisiti geotecnici delle terre per sottofondi (TM-63)
- Prospetto 18 - Requisiti di idoneità degli aggregati per fondazione non legata (riciclati e naturali)
- Prospetto 19 - Requisiti geotecnici degli aggregati per fondazione non legata (riciclati e naturali)
- Prospetto 20 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per fondazione non legata (AM-R-40)
- Prospetto 21 - Requisiti di idoneità degli aggregati per base non legata (riciclati e naturali)
- Prospetto 22 - Requisiti geotecnici degli aggregati per base non legata (riciclati e naturali)
- Prospetto 23 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per base non legata (AM-R-32)
- Prospetto 24 - Requisiti di idoneità degli aggregati riciclati per colmate o rinterri
- Prospetto 25 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per base non legata (AM-R-32)
- Prospetto 26 - Requisiti di idoneità degli aggregati per strati anticapillari e drenanti (riciclati e naturali)
- Prospetto 27 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per anticapillare e drenante (AG-R-40)
- Prospetto 28 - Requisiti delle terre granulari per strato accessorio anticapillare e drenante (TG-40)
- Prospetto 29 - Requisiti di idoneità degli aggregati granulari per strato accessorio drenante (riciclati e naturali)
- Prospetto 30 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per drenante (AG-R-200a)
- Prospetto 31 - Requisiti di idoneità degli aggregati per strati drenanti e antigelo (riciclati e naturali)
- Prospetto 32 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per drenante e antigelo (AG-R-200b)
- Prospetto 33 – Requisiti di addensamento e di portanza degli strati non legati del corpo stradale
- Prospetto 34 - Requisiti di qualificazione dei laboratori
- Prospetto 35 – Frequenze di controllo periodico dei requisiti di idoneità dei materiali
- Prospetto 36 - Frequenze di controllo periodico dei requisiti di compatibilità ambientale degli aggregati riciclati
- Prospetto 37 - Frequenze di controllo periodico dei requisiti geotecnici
- Prospetto 38 - Frequenze dei controlli periodici dei requisiti prestazionali delle opere
- Prospetto 39 – Elenco delle schede prodotto (Materiali non legati)

GLOSSARIO DEI TERMINI

Di seguito sono riportati i termini riferiti alla presente Parte delle prescrizioni tecniche, per i termini generali si rimanda al glossario dell'introduzione.

Correzione di una terra [da norma UNI 11531-1:2014]: integrazione di una terra, non idonea all'impiego cui è destinata, con altra terra di conveniente composizione o con aggregato naturale, in modo che la loro miscela soddisfi i requisiti attesi.

Miscela granulare [da norma UNI 11531-1:2014]: materiale granulare assortito composto da uno o più tipi di aggregati conformi alla UNI EN 13242.

Miscela granulare non legata [da norma UNI 11531-1:2014]: materiale granulare non contenente leganti aggiunti, che è generalmente utilizzato per opere civili di infrastrutture.

Miscela granulare legata idraulicamente [da norma UNI 11531-1:2014]: miscela granulare che fa presa e indurisce per reazioni idrauliche del legante di apporto o per le proprie caratteristiche idrauliche

Miscela granulare legata con cemento [da norma UNI 11531-1:2014]: miscela granulare composta da un aggregato di granulometria controllata, da cemento e da acqua per attivare reazioni idrauliche.

Miglioramento di una terra [da norma UNI 11531-1:2014]: trattamento di una terra con legante al fine di elevarne le qualità geotecniche e/o facilitarne il costipamento, conservandone dopo il trattamento la caratteristica granulare tipica di una terra, benché con una distribuzione granulometrica eventualmente differente. L'effetto del miglioramento si valuta sulla base delle modifiche dei parametri geotecnici (granulometria, sensibilità all'acqua, indice CBR, resistenza al taglio, portanza in opera).

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

AG = aggregato granulare

AM = aggregato misto

BU = Bollettino Ufficiale

CBR = Indice di portanza (California Bearing Ratio)

TG = terra granulare

TM = terra mista

N = naturale

n.a. = non applicabile

X = caratteristica obbligatoria

- = il segno “-“ riportato nei prospetti, individua una caratteristica non richiesta

R = riciclato

1. CLASSIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI NON LEGATI

La presente parte delle prescrizioni tecniche per l'esecuzione delle opere di costruzione del corpo stradale specifica i requisiti di accettazione degli strati in materiale non legato.

Sono riportate le informazioni di base per la corretta selezione dei prodotti, qualifica e controllo delle miscele granulari impiegate nella realizzazione degli strati di un corpo stradale.

CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI IN BASE ALL'ORIGINE

Le miscele granulari non legate sono classificate in base all'origine, come definito nella norma UNI 11531-1:2014 e riportato nel paragrafo termini e definizioni, nelle seguenti categorie:

- **aggregato riciclato,**
- **aggregato naturale,**
- **terra.**

Le presenti prescrizioni tecniche comprendono i requisiti di qualificazione ed accettazione dei materiali appartenenti a tali categorie ed impiegati per gli usi specifici.

Non è previsto l'impiego di aggregati industriali o artificiali come definiti nel glossario dei termini.

NORME DI QUALIFICAZIONE E IDONEITA' DEI MATERIALI

I materiali granulari utilizzati devono essere idonei all'impiego specifico e devono soddisfare i requisiti tecnici e ambientali applicabili in base all'origine del materiale. Le norme per la qualificazione e verifica di idoneità dei materiali sono:

- **Regolamento (UE) n. 305/2011** del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio. Stabilisce le regole per la marcatura CE dei prodotti da costruzione.
- **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". E' il riferimento per la qualificazione dei materiali e per la marcatura CE dei prodotti. Definisce i procedimenti normati per la determinazione dei requisiti. Non definisce i valori di accettazione dei requisiti.
- **Decreto Ministeriale 11 aprile 2007** "Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati". Definisce i requisiti obbligatori dei materiali che il produttore deve determinare ai fini della marcatura CE.

- **Norma UNI 11531 parte 1** “Criteri per l’impiego dei materiali - Terre e miscele di aggregati non legati”. E’ un supporto per la redazione dei capitolati degli aggregati naturali e terre, mentre è il riferimento cogente per la cessazione della qualifica dei rifiuti degli aggregati riciclati in conformità al D.M. 152/2022.
- **Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152** “Norme in materia ambientale”. Detta le regole in materia di gestione dei rifiuti (Parte IV).
- **Decreto Ministero della Transizione Ecologica 27 settembre 2022, n. 152** “Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell’articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152”. Stabilisce i requisiti di qualificazione e idoneità degli aggregati riciclati in base agli utilizzi.

Il prospetto 1 riporta la sintesi delle norme di riferimento per la qualificazione e idoneità dei materiali in base all’origine (aggregati riciclati, aggregati naturali, terre).

Prospetto 1 – Norme di riferimento per la qualificazione e idoneità delle miscele granulari non legate

MATERIALE	NORME PER LA QUALIFICAZIONE E IDONEITA’ DEI MATERIALI				
	UNI 11531-1	UNI EN 13242	D.M. 11.04.2007	D.M. 27.09.2022 152/2022	Marcatura CE (CPR 305/11)
AGGREGATI RICICLATI	X	X	X	X	obbligatoria
AGGREGATI NATURALI	X	X	X	n.a.	obbligatoria
TERRE	X	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Le prescrizioni specifiche in materia di marcatura CE dei prodotti e in materia ambientale sono definite nei paragrafi seguenti

MARCATURA CE DEI PRODOTTI

Ai sensi del Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11) gli aggregati, naturali e riciclati come definiti in glossario, devono essere sottoposti a controllo della produzione in fabbrica in conformità alle specifiche tecniche armonizzate per la marcatura CE. In particolare, i processi di produzione degli aggregati, naturali e riciclati, devono essere sottoposti a procedimento di marcatura CE in conformità all’appendice ZA della norma armonizzata UNI EN 13242.

Il livello richiesto del sistema di valutazione e verifica della costanza di prestazione (VVCP) è definito in base alla funzione “strutturale” del prodotto correlata ai requisiti di resistenza meccanica e di stabilità dell’opera. I sistemi VVCP applicabili sono:

materiali per uso strutturale, livello 2+ (prevista la certificazione del controllo della produzione in fabbrica da parte di un Organismo notificato);

materiali per uso non strutturale, livello 4 (non prevista la certificazione del controllo della produzione in fabbrica da parte di un Organismo notificato).

I materiali impiegati nel corpo stradale appartengono alla categoria dei materiali per uso strutturale.

I materiali impiegati al di fuori del corpo stradale appartengono alla categoria dei materiali per uso non strutturale, salvo diversa attribuzione da parte del progettista in relazione ai requisiti essenziali dell'opera, come definiti nel Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Ove ricorra l'obbligo di marcatura CE, sia per il sistema 2+ sia per il sistema 4, l'impresa dovrà trasmettere, al Committente o al Direttore dei lavori, la Dichiarazione di prestazione (DoP) del prodotto, redatta dal fabbricante in conformità al Regolamento delegato UE n. 574 del 21.02.2014. Ogni consegna del prodotto dovrà inoltre essere provvista di etichetta di marcatura CE, apposta sul documento di accompagnamento o ad esso allegata.

Non saranno accettati in cantiere prodotti, per i quali vige l'obbligo di marcatura CE, sprovvisti di tale documentazione.

QUALIFICAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI RECUPERO

Nel caso di aggregati riciclati (o recuperati) i prodotti devono provenire esclusivamente da impianti regolarmente autorizzati dalle autorità competenti per l'esercizio delle attività di recupero e trattamento dei rifiuti secondo le norme vigenti.

La cessazione della qualifica del rifiuto avviene, in conformità all'art. 184 ter del D.Lgs. n.152/2006, con la sottoscrizione della Dichiarazione di conformità da parte del produttore a seguito delle verifiche di conformità ai requisiti delle norme tecniche e ambientali previste per gli specifici utilizzi.

Un materiale che ha cessato la qualifica di rifiuto è, a tutti gli effetti, un prodotto e può essere regolarmente impiegato nell'opera per gli scopi specifici riportati nella Dichiarazione di conformità.

L'Impresa dovrà trasmettere al Committente o al Direttore dei lavori, la Dichiarazione di conformità (DDC) relativa al lotto o ai lotti del prodotto in consegna.

Non saranno accettati in cantiere prodotti riciclati o recuperati privi della Dichiarazione di conformità.

QUALIFICAZIONE DELLE TERRE

Qualificazione ambientale delle terre

In generale la gestione ambientale delle terre è effettuata come segue:

- gestione come sottoprodotto;
riutilizzo in situ,
- gestione come prodotto dopo la cessazione della qualifica di rifiuto.

Per essere gestite come “sottoprodotto” e come “riutilizzo in situ”, le terre devono essere caratterizzate e gestite ai sensi della specifica normativa di settore (DPR 120/2017 e s.m.). Il loro utilizzo nelle opere stradali può avvenire previa verifica delle caratteristiche prestazionali delle stesse secondo le presenti prescrizioni tecniche inerenti alla categoria “terre”.

Nel caso di utilizzo nella realizzazione di opere stradali di prodotti ottenuti da attività di recupero di rifiuti che hanno cessato di essere tali attraverso procedure end of waste, i prodotti stessi devono presentare le caratteristiche riportate nelle presenti prescrizioni tecniche inerenti alla categoria “terre”.

1.2.3.2 Classificazione delle terre in gruppi

La classificazione delle terre ai sensi delle presenti prescrizioni tecniche deve essere effettuata secondo la norma UNI 11531-1.

In particolare, la classificazione delle terre si esegue secondo i principi generali indicati nella norma UNI EN ISO 14688, prendendo in esame la distribuzione granulometrica, la plasticità, il contenuto di materiale organico e la genesi del materiale, indipendentemente dal contenuto d'acqua e dallo stato di addensamento.

Si distinguono le terre organiche o torbose dalle terre composte di materiale inorganico, a loro volta suddivise in ghiaio-sabbiose e limo-argillose.

Il prospetto 2 riporta lo schema di classificazione delle terre come definito nella norma UNI EN 11531 parte 1:2014.

Prospetto 2 - Classificazione delle terre [tratto dalla norma tecnica UNI 11531-1:2014]

CLASSIFICAZIONE GENERALE	TERRE GHIAIO-SABBIOSO frazione passante al setaccio 0,063mm ≤35%							TERRE LIMO-ARGILLOSE frazione passante al setaccio 0,063mm >35%					TORBE E TERRE ORGANICHE PALUSTRI	
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7			A8
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6		
Frazione passante al setaccio														
2mm	≤50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4mm	≤30	≤50	≤50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,063mm	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35	≤35	≤35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4mm														
LL (Limite Liquido)	-	-	-	≤40	>40	≤40	>40	≤40	40	≤40	>40	>40	>40	>40
IP (Indice Plasticità)	≤6	≤6	N.P.	≤10	≤10	>10	>10	≤10	≤10	>10	>10 IP≤LL-30	>10 IP>LL-30	>10	>10
Indice di gruppo	0		0	0	≤4			≤8	≤12	≤16	≤20			
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi molto compressibili	Argille poco compressibili	Argille molto compressibili e mediamente plastiche	Argille molto compressibili e molto plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono				Da mediocre a scadente							Da scartare		
Azione del gelo sulle qualità portanti	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media		
Ritiro e rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato		
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa					Scarsa o nulla					

N.P. = non plastico;
- = non necessario per la classificazione

Appartengono al Gruppo “A1” i materiali rocciosi e i terreni granulari, generalmente di più o meno grossa pezzatura, pressoché insensibili all’azione dell’acqua e del gelo. Tali materiali hanno elevate proprietà meccaniche.

Appartengono al Gruppo “A2” le ghiaie e sabbie limo-argillose insensibili all’azione dell’acqua e solo debolmente interessate dal gelo. I materiali appartenenti ai gruppi A2-4 e A2-5 sono materiali facilmente compattabili, presentano bassa permeabilità e modesta risalita capillare. I terreni dei gruppi A2-6 e A2-7 sono poco sensibili all’azione dell’acqua, ma risentono alquanto dell’azione del gelo; il loro comportamento è molto influenzato dalla quantità e dalla natura della frazione argillosa presente. Il loro impiego deve essere evitato nella formazione degli strati di sottofondo e posto al di sotto di 2,00m dal piano di posa della pavimentazione stradale.

Appartengono al Gruppo “A3” i terreni di natura sabbiosa e sabbiosa-ghiaiosa con carenza di coesione e di portanza. Di norma l’impiego senza particolari accorgimenti è limitato alla realizzazione di bonifiche dei piani di posa dei rilevati e di strati anticapillari.

Appartengono ai Gruppi “A4” e “A5” i materiali di natura limosa. L’opportunità di impiegare tali materiali deve essere attentamente valutata in quanto possono presentare un potere di imbibizione e quindi un’estrema sensibilità al rigonfiamento e all’azione del gelo; i rilevati realizzati con tali materiali devono pertanto essere protetti dalle acque interne ed esterne, mediante strati anticapillari e drenanti. La eventuale presenza di ciottoli ed elementi di più grossa pezzatura può impedire l’azione di miscelazione e quindi rendere impossibile la stabilizzazione.

Appartengono ai Gruppi “A6” e “A7” i materiali di natura argillosa con proprietà meccaniche generalmente modeste; occorre valutare attentamente la necessità di attuare provvedimenti per evitare fenomeni di ritiro-rigonfiamento del materiale posto in opera. L’impiego di detti terreni è limitato all’esecuzione di rilevati di modesta importanza.

TRATTAMENTI DEI TERRENI

BONIFICA

Il termine “bonifica”, utilizzato nelle presenti prescrizioni tecniche, ha il significato tecnico definito nella norma UNI 11531 parte 1 (cfr Glossario dei termini).

Quando la natura o lo stato dei terreni esistenti non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di addensamento e portanza richiesti, si può procedere con l’approfondimento degli scavi per la sostituzione dei materiali esistenti con idonei materiali di apporto. In alternativa, può essere attuata una correzione granulometrica dei terreni o adottato un adeguato trattamento di miglioramento o di stabilizzazione realizzato secondo quanto definito nella parte B delle presenti prescrizioni tecniche.

L’idoneità dei materiali impiegati per la realizzazione di strati di bonifica dei terreni (per sostituzione, correzione, miglioramento o stabilizzazione) deve essere valutata sulla base dei requisiti richiesti ai materiali utilizzati nella formazione del corpo dei rilevati, nel caso in cui l’estradosso della bonifica si trovi ad una distanza maggiore di 1,00 metro dal piano

di posa della pavimentazione, e sulla base dei requisiti richiesti ai materiali per sottofondo, nel caso di distanza inferiore a 1,00 metro, compreso il caso della bonifica in trincea.

1.3.2 CORREZIONI E MIGLIORAMENTI

Tali trattamenti sono finalizzati a modificare le caratteristiche geotecniche di un terreno o di una terra non idonei per renderli atti ad uno degli impieghi previsti dalle presenti prescrizioni tecniche.

In particolare:

- la correzione può ottenersi miscelando il terreno o la terra con una terra o con aggregati naturali;
- il miglioramento può ottenersi trattando il terreno o la terra con leganti (parte B).

CAMPO PROVE

Per i lavori nei quali i rilevati o le bonifiche interessano volumi di materia maggiori di 100.000m³ e negli altri casi quando non sia sproporzionato rispetto all'importanza e alla dimensione dei lavori, può essere condotta una sperimentazione in vera grandezza (campo prove). Le prove sono condotte allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, o similari, gli spessori di stesa, il numero di passaggi e la regolazione dei sistemi di compattazione che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di compattazione e/o portanza/rigidezza) prescritte per ciascun piano compattato per il quale siano richiesti i controlli. La sperimentazione in vera grandezza deve riprodurre le geometrie di effettivo impiego e riguardare ogni tipologia di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale negli strati e spessori in cui è impiegata.

Il sito del campo prove può essere anche compreso nell'area di ingombro del corpo stradale in fase di realizzazione: in questo caso dopo la sperimentazione sono eventualmente demolite le sole parti del manufatto non accettabili, sulla base delle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

La sperimentazione deve essere comunque completata prima di avviare l'esecuzione della parte rimanente dell'opera, per essere di conferma e di riferimento nella conduzione delle lavorazioni; in ogni caso, se applicata a materiali e/o strati diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera.

Le modalità operative per l'esecuzione del campo prove con impiego di materiali non legati e per l'adozione di prove speditive e/o ad alto rendimento devono essere conformi alla norma UNI 11531 parte 1.

2. MATERIALI NON LEGATI E IMPIEGHI PREVISTI

Le miscele granulari non legate specificate nelle presenti prescrizioni tecniche sono codificate come definito nel prospetto 3.

Prospetto 3 – Codifica delle miscele granulari non legate

STRATO	CODICE ¹⁾	ORIGINE	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	D _{max} (mm)	PUNTO
BASE NON LEGATA	AM-R-32	Aggregato riciclato	Aggregato misto riciclato per base non legata 0/31,5	32	2.4
	AM-N-32	Aggregato naturale	Aggregato misto naturale per base non legata 0/31,5	32	
FONDAZIONE NON LEGATA	AM-R-40	Aggregato riciclato	Aggregato misto riciclato per fondazione non legata 0/40	40	2.3
	AM-N-40	Aggregato naturale	Aggregato misto naturale per fondazione non legata 0/40	40	
SOTTOFONDO	AM-R-63	Aggregato riciclato	Aggregato misto riciclato per sottofondo 0/63	63	2.2
	AM-N-63	Aggregato naturale	Aggregato misto naturale per sottofondo 0/63	63	
	TM-63	Terra	Terra mista per sottofondo 0/63	63	
CORPO DEL RILEVATO	AM-R-125a	Aggregato riciclato	Aggregato misto riciclato per corpo del rilevato 0/125	125	2.1
	AM-N-125	Aggregato naturale	Aggregato misto naturale per corpo del rilevato 0/125	125	
	TM-125	Terra	Terra mista per corpo del rilevato 0/125	125 ²⁾	
RINTERRO O COLMATA	AM-R-14	Aggregato riciclato	Aggregato misto riciclato per rinterro o colmata 0/14	14	2.5
	AM-R-40	Aggregato riciclato	Aggregato misto riciclato rinterro o colmata 0/40	40	
ANTICAPILLARE E DRENANTE	AM-R-125b	Aggregato riciclato	Aggregato misto riciclato rinterro o colmata 0/125	125	2.6
	AG-R-40	Aggregato riciclato	Aggregato granulare riciclato per anticapillare 2/31,5	40	
	AG-N-40	Aggregato naturale	Aggregato granulare naturale per anticapillare 2/31,5	40	
	TG-40	Terra	Terra granulare per anticapillare 2/31,5	40	
DRENANTE	AG-R-200a	Aggregato riciclato	Aggregato granulare riciclato drenante 31,5/200	200	2.7
	AG-N-200a	Aggregato naturale	Aggregato granulare naturale drenante 31,5/200	200	
DRENANTE ANTIGELO	AG-R-200b	Aggregato riciclato	Aggregato granulare riciclato drenante 31,5/200	200	2.8
	AG-N-200b	Aggregato naturale	Aggregato granulare naturale per drenante 31,5/200	200	

NOTE

¹⁾ Legenda degli acronimi: **AM** = aggregato misto, **AG** = aggregato granulare, **TM** = terre miste, **TG** = terre granulari, **R** = riciclato (o recuperato), **N** = naturale

²⁾ Il diametro massimo (D_{max}) della terra impiegata per la formazione del corpo del rilevato (TM-125) può essere diverso come specificato nel paragrafo di riferimento

Il posizionamento degli strati nel corpo stradale è descritto e illustrato nell'introduzione delle presenti prescrizioni tecniche.

2.1 CORPO DEL RILEVATO

Il corpo del rilevato è realizzato nel caso si debba colmare una differenza di quota tra il piano di campagna e lo strato di sottofondo.

Per l'esecuzione del corpo stradale possono essere impiegati aggregati riciclati, aggregati naturali e terre come definito al punto 1.1.

Le miscele granulari destinate alla realizzazione del corpo del rilevato sono designate, in base all'origine del materiale, come segue.

Aggregato riciclato:

AM-R-125a	AGGREGATO MISTO RICICLATO PER CORPO DEL RILEVATO 0/125	Dmax 125
------------------	---	-----------------

Aggregato naturale:

AM-N-125	AGGREGATO MISTO NATURALE PER CORPO DEL RILEVATO 0/125	Dmax 125
-----------------	--	-----------------

Terra:

TM-125	TERRA MISTA PER CORPO DEL RILEVATO 0/125	Dmax 125
---------------	---	-----------------

I materiali utilizzati nel corpo del rilevato hanno funzione strutturale (punto 1.2.1).

Salvo diversa determinazione del progettista supportata da evidenze tecniche, tali materiali possono essere impiegati anche per la realizzazione di terre rinforzate per strutture di sostegno o in controripa.

2.1.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER IL CORPO DEL RILEVATO

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti delle miscele granulari non legate impiegate nella realizzazione del corpo del rilevato suddivisi in base all'origine del materiale ovvero, aggregati riciclati, aggregati naturali e terre.

2.1.1.1 Requisiti degli aggregati per il corpo del rilevato (riciclati e naturali)

I requisiti degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati per la realizzazione del corpo del rilevato sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti geotecnici;
- requisiti di rilascio sostanze (per aggregati riciclati).

I requisiti di idoneità degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nel corpo del rilevato devono soddisfare quanto definito nel prospetto 4.

Prospetto 4 – Requisiti di idoneità degli aggregati per corpo del rilevato (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-125a)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-125)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	125	125
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/63	0/63
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 85	> 85
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 35	< 35
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _N	G _N
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 50	-
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 5	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ¹⁾	UNI EN 933-8	SE	%	> 20	> 20
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 50	≤ 50
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 50	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 10	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
NOTA ¹⁾ alternativo al valore di blu					

I requisiti geotecnici degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nel corpo del rilevato devono soddisfare quanto definito nel prospetto 5.

Prospetto 5 – Requisiti geotecnici degli aggregati per corpo del rilevato (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-C1-125a)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-63)
-----------	-------	-------	----	------------------------------------	------------------------------

Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato
---	---------------	---	------------------------	-------------------	-------------------

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati (solo aggregati riciclati), impiegati nel corpo del rilevato, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 6.

Prospetto 6 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per corpo del rilevato (AM-R-125a)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

2.1.1.2 Requisiti delle terre per corpo del rilevato

I requisiti delle terre impiegate per la realizzazione del corpo del rilevato sono suddivisi in:

- requisiti di classificazione delle terre;
- requisiti geometrici (distribuzione granulometrica);
- requisiti fisici e di durabilità;
- requisiti geotecnici.

La classificazione delle terre impiegate per il corpo del rilevato deve soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 7, in base al gruppo di appartenenza (prospetto 2).

Prospetto 7 – Requisiti di classificazione delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI (per gruppo)								
				A1a	A1b	A3	A2-4	A2-5	A4	A2-6	A2-7	
Contenuto sostanze organiche, vegetali e solubili (in massa)	UNI EN 1744-1	-	%	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Indice di gruppo (coefficiente di qualità della terra)	UNI 11531-1	lg	-	-	-	-	-	≤4	>0	>0	>0	>0

L'Indice di gruppo è valido per distinguere tra terre di uno stesso gruppo ed è espresso con la seguente formula:

$Ig = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$

Dove

a è la percentuale di passante al setaccio 0,063mm meno 35; se il risultato è >40, si assume 40, se <0, si assume 0

b è la percentuale di passante al setaccio 0,063mm meno 15; se il risultato è >40, si assume 40, se <0, si assume 0

c è il limite liquido W_L meno 40; se $c > 40$, si assume $c = 40$, se $c < 0$, si assume $c = 0$

d è il l'indice di plasticità IP meno 20; se $d > 20$, si assume $d = 20$, se $d < 0$, si assume $d = 0$

Nella formazione del rilevato possono essere utilizzate, in ordine di priorità, le terre dei gruppi A1 (A1a e A1b), A3, se necessario opportunamente confinate, A2-4, A2-5, e A4 con indice di gruppo 0, nonché, limitatamente alla parte bassa del rilevato, a distanza di almeno 2m dal piano di posa della sovrastruttura stradale, le terre dei gruppi A2-6, A2-7

con indice di gruppo 0, previa predisposizione, al di sotto, di uno strato anticapillare di spessore non minore di 30cm.

La distribuzione granulometrica delle terre impiegate nel corpo stradale devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 8, in base al gruppo di appartenenza (prospetto 2).

Prospetto 8 - Distribuzione granulometrica delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)

REQUISITO	NORMA	UM	VALORI (per gruppo)							
			A1a	A1b	A3	A2-4	A2-5	A4	A2-6	A2-7
Passante al setaccio 125mm	UNI EN 933-1	%	100	100	100	100	100	100	100	100
Trattenuto al setaccio 63mm		%	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Passante al setaccio 2mm		%	≤50	-	-	-	-	-	-	-
Passante al setaccio 0,4mm		%	≤30	≤50	≤50	-	-	-	-	-
Passante al setaccio 0,063mm		%	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35	>35	≤35	≤35

Le caratteristiche fisiche delle terre impiegate nel corpo del rilevato devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 9, in base al gruppo di appartenenza (prospetto 2).

Prospetto 9 - Requisiti fisici delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI (per gruppo)							
				A1a	A1b	A3	A2-4	A2-5	A4	A2-6	A2-7
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	50	50	50	50	50	50	50	50

Le caratteristiche geotecniche delle terre impiegate per corpo stradale devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 10, in base al gruppo di appartenenza (prospetto 2).

Prospetto 10 - Requisiti geotecnici delle terre miste per corpo del rilevato (TM-125)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI (per gruppo)							
				A1a	A1b	A3	A2-4	A2-5	A4	A2-6	A2-7

Limite liquido LL (frazione passante 0,4mm)	UNI EN ISO 17892-12	W _L	%	-	-	-	≤40	>40	≤40	≤40	>40
Indice di plasticità IP (frazione passante 0,4mm)		I _p	%	≤6	≤6	N.P.	≤10	≤10	≤10	>10	>10
Curva di costipamento Proctor Modificata	UNI EN 13286-2	\bar{X}_{OPN}	% g/cm ³	v.d.							
Indice di portanza CBR (rispetto massa volumica Proctor)	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥10	≥10	≥10	≥10	≥10	≥10	≥10	≥10
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1

v.d. = valore dichiarato

2.2 SOTTOFONDO

Il sottofondo è il terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura stradale (fondazione e pavimentazione). Tale deve considerarsi il materiale fino ad una profondità alla quale le azioni indotte dal traffico siano apprezzabili ed influenti sulla stabilità dell'insieme (normalmente dell'ordine di 30-80cm).

Per l'esecuzione del sottofondo possono essere impiegati aggregati riciclati, aggregati naturali e terre come definito al punto 1.1.

Le miscele granulari destinate alla realizzazione del sottofondo sono designate, in base all'origine del materiale, come segue.

Aggregato riciclato:

AM-R-63	AGGREGATO MISTO RICICLATO PER SOTTOFONDO 0/63	Dmax 63
----------------	--	----------------

Aggregato naturale:

AM-N-63	AGGREGATO MISTO NATURALE PER SOTTOFONDO 0/63	Dmax 63
----------------	---	----------------

Terra:

TM-63	TERRA MISTA PER SOTTOFONDO 0/63	Dmax 63
--------------	--	----------------

I materiali utilizzati nel sottofondo hanno funzione strutturale (punto 1.2.1).

2.2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER SOTTOFONDO

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti delle miscele granulari non legate impiegate nella realizzazione del sottofondo suddivisi in base all'origine del materiale.

2.2.1.1 Requisiti degli aggregati per sottofondo (riciclati e naturali)

I requisiti degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati per la realizzazione del sottofondo sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti geotecnici;

- requisiti di rilascio sostanze (per aggregati riciclati).

I requisiti di idoneità degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nel corpo del rilevato devono soddisfare quanto definito nel prospetto 11.

Prospetto 11 - Requisiti di idoneità degli aggregati per sottofondo (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-63)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-63)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	63	63
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 15	< 15
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	Gu	Gu
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 5	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ¹⁾	UNI EN 933-8	SE	%	> 30	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 45	≤ 45
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cug}	%	> 70	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 10	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
NOTA ¹⁾ alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)					

I requisiti geotecnici degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nel sottofondo devono soddisfare quanto definito nel prospetto 12.

Prospetto 12 - Requisiti geotecnici degli aggregati per sottofondo (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-63)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-63)
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	Σ_{OPN}	% g/cm ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR ¹⁾	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 10	≥ 10

Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1	≤ 1
NOTE ¹⁾ Numero una determinazione dopo 4 giorni di imbibizione su provini costipati, con umidità ±2% dell'ottimo, al 95% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata per aggregati naturali e al 94% per gli aggregati riciclati					

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati (solo aggregati riciclati), impiegati nel sottofondo, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 13.

Prospetto 13 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per sottofondo (AM-R-63)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

2.2.1.2 Requisiti delle terre per sottofondo

I requisiti delle terre impiegate per la realizzazione del sottofondo sono suddivisi in:

- requisiti di classificazione delle terre;
- requisiti geometrici (distribuzione granulometrica);
- requisiti fisici e di durabilità;
- requisiti geotecnici.

La classificazione delle terre impiegate per sottofondo deve soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 14, in base al gruppo di appartenenza (prospetto 1).

Prospetto 14 – Requisiti di classificazione delle terre per sottofondi (TM-63)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI (per gruppo)				
				A1a	A1b	A2-4	A2-5	A3
Contenuto sostanze organiche, vegetali e solubili (in massa)	UNI EN 1744-1	-	%	<2	<2	<2	<2	<2
Coefficiente di uniformità	UNI EN 933/1	D60/D10	-	-	-	-	-	>7
Indice di gruppo (coefficiente di qualità della terra)	UNI 11531-1	Ig	-	0	0	0	≤4	0

L'Indice di gruppo è valido per distinguere tra terre di uno stesso gruppo ed è espresso con la seguente formula:

$$I_g = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

Dove

a è la percentuale di passante al setaccio 0,063mm meno 35; se il risultato è >40, si assume 40, se <0, si assume 0

b è la percentuale di passante al setaccio 0,063mm meno 15; se il risultato è >40, si assume 40, se <0, si assume 0

c è il limite liquido W_L meno 40; se $c > 40$, si assume $c = 40$, se $c < 0$, si assume $c = 0$

d è l'indice di plasticità IP meno 20; se $d > 20$, si assume $d = 20$, se $d < 0$, si assume $d = 0$

La distribuzione granulometrica delle terre impiegate nel sottofondo devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 15, in base al gruppo di appartenenza.

Prospetto 15 – Distribuzione granulometrica delle terre per sottofondi (TM-63)

REQUISITO	NORMA	UM	VALORI (per gruppo)				
			A1a	A1b	A2-4	A2-5	A3
Passante al setaccio 125mm	UNI EN 933-1	%	100	100	-	-	-
Trattenuto al setaccio 63mm		%	0	0	0	0	0
Passante al setaccio 16mm		%	>50	>50	>50	>50	>50
Passante al setaccio 2mm		%	≤50	-	-	-	-
Passante al setaccio 0,4mm		%	≤30	≤50	-	-	≤50
Passante al setaccio 0,063mm		%	≤15	≤15	≤15	≤15	≤15

Le caratteristiche fisiche delle terre impiegate nel sottofondo devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 16, in base al gruppo di appartenenza.

Prospetto 16 – Requisiti fisici delle terre per sottofondi (TM-63)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI (per gruppo)				
				A1a	A1b	A2-4	A2-5	A3
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	45	45	45	45	45

Le caratteristiche geotecniche delle terre impiegate per sottofondo devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 17, in base al gruppo di appartenenza.

Prospetto 17 – Requisiti geotecnici delle terre per sottofondi (TM-63)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI (per gruppo)				
				A1a	A1b	A2-4	A2-5	A3
limite liquido LL (frazione passante 0,4mm)		wL	%	-	-	≤40	>40	-

Indice di plasticità IP (valore per frazione passante 0,4mm)	UNI EN ISO 17892-12	Ip	%	N.P. (≤6)
Curva di costipamento Proctor Modificata	UNI EN 13286-2	Σ_{OPN}	"% g/cm ³ "	valore dichiarato
Indice di portanza CBR (rispetto massa volumica Proctor con umidità di costipamento esteso a ± 2%)	UNI EN 13286-47	CBR	%	da 10% a 95%
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1

2.3 STRATO DI FONDAZIONE NON LEGATA

La fondazione stradale è la parte inferiore della sovrastruttura a diretto contatto con il terreno di appoggio (sottofondo) ed ha la funzione di trasmissione e distribuzione delle sollecitazioni provocate dall'azione dei veicoli.

Per l'esecuzione della fondazione non legata possono essere impiegati aggregati riciclati e aggregati naturali come definito al punto 1.1. L'impiego delle terre è previsto solo se qualificate in conformità alla norma UNI EN 13242 e rispondenti alle caratteristiche previste per gli aggregati naturali.

Le miscele granulari destinate alla realizzazione dello strato di fondazione non legata sono designate, in base all'origine del materiale, come segue.

Aggregato riciclato:

AM-R-40	AGGREGATO MISTO RICICLATO PER FONDAZIONE NON LEGATA 0/40	Dmax40
----------------	---	---------------

Aggregato naturale:

AM-N-40	AGGREGATO MISTO NATURALE PER FONDAZIONE NON LEGATA 0/40	Dmax40
----------------	--	---------------

I materiali utilizzati nella fondazione hanno funzione strutturale (punto 1.2.1).

2.3.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO DI FONDAZIONE NON LEGATA

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti delle miscele granulari non legate impiegate nella realizzazione della fondazione suddivisi in base all'origine del materiale.

2.3.1.1 Requisiti degli aggregati per fondazione non legata (riciclati e naturali)

I requisiti degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati per la realizzazione della fondazione non legata sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti geotecnici;
- requisiti di rilascio sostanze (per aggregati riciclati).

I requisiti di idoneità degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nella fondazione non legata devono soddisfare quanto definito nel prospetto 18.

Prospetto 18 - Requisiti di idoneità degli aggregati per fondazione non legata (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-40)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-40)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40	40
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75	> 75

Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 9	< 9
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	< 2	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	GA	GA
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 2	< 2
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ¹⁾	UNI EN 933-8	SE	%	> 30	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30	≤ 30
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 90	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 5	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
NOTA ¹⁾ alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)					

I requisiti geotecnici degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nella fondazione non legata devono soddisfare quanto definito nel prospetto 19.

Prospetto 19 - Requisiti geotecnici degli aggregati per fondazione non legata (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-40)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-40)
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	α_{OPN}	% g/cm ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR ¹⁾	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 50	≥ 30
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1	≤ 1
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (su resistenza alla frammentazione LA)	UNI EN 1367-1	ΔS_{LA}	%	< 30	< 30
NOTE ¹⁾ Numero una determinazione dopo 4 giorni di imbibizione su provini costipati, con umidità ±2% dell'ottimo, al 95% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata per aggregati naturali e al 94% per gli aggregati riciclati					

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati (solo aggregati riciclati), impiegati nella fondazione non legata, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 20.

Prospetto 20 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per fondazione non legata (AM-R-40)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

2.4 STRATO DI BASE NON LEGATA

La base non legata è collocata al di sotto degli strati superiori legati. Lo strato di base ha funzione di resistere ai carichi trasmessi attraverso gli strati superficiali della pavimentazione e ripartirli sul sottostante strato di fondazione. Lo strato portante ha maggiori caratteristiche prestazionali rispetto allo strato di fondazione.

Per l'esecuzione dello strato di base non legata possono essere impiegati aggregati riciclati e aggregati naturali come definito al punto 1.1.

In base all'origine del materiale le miscele granulari destinate alla realizzazione della base non legata sono designate come segue.

Aggregato riciclato:

AM-R-32	AGGREGATO MISTO RICICLATO PER BASE NON LEGATA 0/32	Dmax32
----------------	---	---------------

Aggregato naturale:

AM-N-32	AGGREGATO MISTO NATURALE PER BASE NON LEGATA 0/32	D_{max}32
----------------	--	--------------------------

I materiali utilizzati nella base non legata hanno funzione strutturale (punto 1.2.1).

2.4.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER STRATO DI BASE NON LEGATA

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti delle miscele granulari non legate impiegate nella realizzazione della base suddivisi in base all'origine del materiale.

2.4.1.1 Requisiti degli aggregati per base non legata (riciclati e naturali)

I requisiti degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati per la realizzazione della base non legata sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti geotecnici;
- requisiti di rilascio sostanze (per aggregati riciclati).

I requisiti di idoneità degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nella base non legata devono soddisfare quanto definito nel prospetto 21.

Prospetto 21 - Requisiti di idoneità degli aggregati per base non legata (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-32)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-32)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	32	32
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 85	> 85
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 9	< 9
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	< 2	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _A	G _A
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 1,5	< 1,5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ¹⁾	UNI EN 933-8	SE	%	> 50	> 50

Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30	≤ 30
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 90	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 1	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	90/3	90/3
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	> 20	> 20
NOTA ¹⁾ alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)					

I requisiti geotecnici degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati nella base non legata devono soddisfare quanto definito nel prospetto 22.

Prospetto 22 - Requisiti geotecnici degli aggregati per base non legata (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AM-R-32)	AGGREGATI NATURALI (AM-N-32)
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	Σ_{OPN}	% g/cm ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR ¹⁾	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 100	≥ 80
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1	≤ 1
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (su resistenza alla frammentazione LA)	UNI EN 1367-1	ΔS_{LA}	%	< 30	< 30
NOTE ²⁾ Numero una determinazione dopo 4 giorni di imbibizione su provini costipati, con umidità ±2% dell'ottimo, al 100% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata per aggregati naturali e al 99% per gli aggregati riciclati					

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati (solo aggregati riciclati), impiegati nella base non legata, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 23.

Prospetto 23 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per base non legata (AM-R-32)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

2.5 COLMATA O RINTERRO

In generale le colmate o rinterri sono relative alla rimodellazione del terreno al di fuori del corpo stradale, non hanno funzioni strutturali ai fini del transito dei mezzi di trasporto ed hanno funzioni accessorie come, ad esempio, riempimenti a ridosso di murature di sostegno e come tomi di terre rinforzate.

Per l'esecuzione di colmate o rinterri sono generalmente impiegati aggregati, tuttavia possono anche essere utilizzate tutte le terre classificate secondo quanto definito al punto 1.1, purché siano rispettati i requisiti di portanza, indeformabilità e durabilità compatibili con il particolare impiego e con le disposizioni in materia ambientale.

Gli aggregati riciclati destinati alla realizzazione di colmate o rinterri sono classificati sostanzialmente in base alle dimensioni granulometriche e sono designati come segue.

Aggregato riciclato:

AM-R-14	AGGREGATO MISTO RICICLATO PER COLMATA / RINTERRO 0/14	Dmax 14
----------------	--	----------------

AM-R-40	AGGREGATO MISTO RICICLATO PER COLMATA / RINTERRO 0/40	Dmax 40
----------------	--	----------------

AM-R-125	AGGREGATO MISTO RICICLATO PER COLMATA / RINTERRO 0/125	Dmax 125
-----------------	---	-----------------

Nel caso gli aggregati riciclati per colmate o rinterri siano impiegati in opere di recupero ambientale l'accettazione dei materiali è subordinata alla verifica di conformità ai requisiti di compatibilità ambientale specificati al punto 1.2.

In generale i materiali utilizzati per colmate o rinterri non hanno funzione strutturale (punto 1.2.1), salvo diverse determinazioni del Progettista.

2.5.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER COLMATE O RINTERRI

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti delle miscele granulari non legate impiegate nella realizzazione di colmate o rinterri.

2.5.1.1 Requisiti degli aggregati riciclati per colmate o rinterri

I requisiti degli aggregati riciclati impiegati per la realizzazione della base in colmate o rinterri sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti di rilascio sostanze.

I requisiti di idoneità degli aggregati riciclati impiegati in colmate o rinterri devono soddisfare quanto definito nel prospetto 24.

Prospetto 24 - Requisiti di idoneità degli aggregati riciclati per colmate o rinterri

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	0/14 (AM-R-14)	0/40 (AM-R-40)	0/125 (AM-R-125)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	14	40	125
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	Valore dichiarato	0/63	0/63
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75	> 75	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	-	-	-
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	-	-	-
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _N	G _N	G _N
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	-	-	-
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ¹⁾	UNI EN 933-8	SE	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	-	-	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 50	> 50	> 50
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-	-	-

Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	Ra	%	-	-	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 10	< 10	< 10
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	< 1	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	-	-	-
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	-	-	-
NOTA 1) alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)						

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati, impiegati in colmate o rinterri, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 25.

Prospetto 25 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per base non legata (AM-R-32)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

2.6 STRATI ACCESSORI – Anticapillare e drenante

Lo strato anticapillare e drenante è uno strato di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione o lo strato di base ed il terreno di sottofondo, destinato ad interrompere l'eventuale risalita capillare dell'acqua, proveniente dalla falda acquifera, verso la sovrastruttura. Lo spessore dello strato anticapillare e drenante è generalmente compreso tra 30cm e 50cm ed è costituito da materiali granulari permeabili eventualmente protetti da geosintetici con funzione filtrante e anticontaminante.

Per l'esecuzione dello strato accessorio, anticapillare e drenante, possono essere impiegati aggregati riciclati, aggregati naturali e terre come definito al punto 1.1.

In base all'origine i materiali granulari destinati alla realizzazione di strati anticapillari e drenanti sono designati come segue.

Aggregato riciclato:

AG-R-40	AGGREGATO GRANULARE RICICLATO PER STRATO ANTICAPILLARE E DRENANTE 0/40	Dmax 40
----------------	---	----------------

Aggregato naturale:

AG-N-40	AGGREGATO GRANULARE NATURALE PER STRATO ANTICAPILLARE E DRENANTE 0/40	Dmax 40
----------------	--	----------------

Terra:

TG-40	TERRA GRANULARE PER STRATO ANTICAPILLARE E DRENANTE 0/40	D_{max} 40
--------------	---	---------------------------

I materiali utilizzati negli strati anticapillari e drenanti in sede stradale hanno funzione strutturale (punto 1.2.1).

2.6.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO ANTICAPILLARE

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti dei materiali granulari impiegati nella realizzazione dello strato anticapillare e drenante in base all'origine del materiale.

2.6.1.1 Requisiti degli aggregati per strati anticapillari e drenanti (riciclati e naturali)

I requisiti degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati per la realizzazione di strati anticapillari e drenanti sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti di rilascio sostanze (per aggregati riciclati).

I requisiti di idoneità degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati negli strati anticapillari e drenanti devono soddisfare quanto definito nel prospetto 26.

Prospetto 26 - Requisiti di idoneità degli aggregati per strati anticapillari e drenanti (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AG-R-40)	AGGREGATI NATURALI (AG-N-40)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40	40
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	2/31,5	2/31,5
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 3	< 3
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _{c85/15}	G _{c85/15}
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ¹⁾	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	> 70
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 40	≤ 40
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2	-

Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cuG}	%	> 70	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
NOTA ¹⁾ alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)					

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati (solo aggregati riciclati), impiegati negli strati anticapillari e drenanti, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 27.

Prospetto 27 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per anticapillare e drenante (AG-R-40)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

2.6.1.2 Requisiti delle terre per lo strato anticapillare e drenante

Le terre impiegate per la realizzazione dello strato accessorio anticapillare e drenante devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 28.

Prospetto 28 - Requisiti delle terre granulari per strato accessorio anticapillare e drenante (TG-40)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	TERRE (TG- 40)	
				passante	valore
Distribuzione granulometrica	UNI EN 933-1	-	%	2mm 0,063	<15 < 3
Qualità dei fini (equivalente in sabbia)	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	40	
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	ΔS _{LA}	-	< 20	
Resistenza alla degradazione (Sonnenbrand) ¹⁾	UNI EN 1367-3 e UNI EN 1097-2	SBLA	-	assenti	
NOTE ¹⁾ Nel caso di terre di natura basaltica					

2.7 STRATI ACCESSORI - Drenante

Lo strato drenante è uno strato di materiale poroso permeabile, posto a conveniente altezza nel corpo stradale, per provvedere alla raccolta ed allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

Il materiale specificato può anche essere utilizzato nei drenaggi per la raccolta delle acque profonde.

Per l'esecuzione dello strato accessorio drenante sono impiegati aggregati riciclati e aggregati naturali, come definito al punto 1.1.

In base all'origine del materiale le miscele granulari destinate alla realizzazione dello strato drenante sono designate come segue.

Aggregato riciclato:

AG-R-200a	AGGREGATO GRANULARE RICICLATO PER STRATO DRENANTE 31,5/200	Dmax 200
------------------	---	-----------------

Aggregato naturale:

AG-N-200a	AGGREGATO GRANULARE NATURALE PER STRATO DRENANTE 31,5/200	Dmax 200
------------------	--	-----------------

I materiali utilizzati negli strati drenanti in sede stradale hanno funzione strutturale, se utilizzati al di fuori della sede stradale non hanno funzione strutturale, salvo diversa determinazione del progettista (punto 1.2.1).

2.7.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO DRENANTE

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti delle miscele granulari non legate impiegate nella realizzazione dello strato drenante.

2.7.1.1 Requisiti degli aggregati per lo strato drenante (riciclati e naturali)

I requisiti degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati per la realizzazione di strati drenanti sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti di rilascio sostanze (per aggregati riciclati).

I requisiti di idoneità degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati negli strati drenanti devono soddisfare quanto definito nel prospetto 29.

Prospetto 29 - Requisiti di idoneità degli aggregati granulari per strato accessorio drenante (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AG-R-200a)	AGGREGATI NATURALI (AG-N-200a)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	200	200
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	31,5/200	31,5/200
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 3	< 3
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G ₀	G ₀
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ¹⁾	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	> 70
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2	< 0,2
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (materiale impiegato per uso strutturale in sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 40	≤ 40
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (materiale impiegato per uso non strutturale fuori sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 70	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-

Resistenza al gelo/disgelo (materiale impiegato per uso strutturale in sede stradale)	UNI EN 1367-1	F	%	<= 2	<= 2
Resistenza al gelo/disgelo (materiale impiegato per uso non strutturale fuori sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
NOTA ¹⁾ alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)					

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati (solo aggregati riciclati), impiegati negli strati drenanti, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 30.

Prospetto 30 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per drenante (AG-R-200a)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

2.8 STRATI ACCESSORI – Drenante e antigelo

Lo strato accessorio drenante antigelo è uno strato di adeguato spessore steso al di sotto dello strato di fondazione, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo. Il materiale possiede maggiore resistenza alla frammentazione e minore tendenza all'assorbimento d'acqua.

Per l'esecuzione dello strato accessorio, drenante e antigelo, sono impiegati aggregati riciclati e aggregati naturali come definito al punto 1.1.

In base all'origine del materiale le miscele granulari destinate alla realizzazione dello strato drenante e antigelo sono designate come segue.

Aggregato riciclato:

AG-R-200b	AGGREGATO GRANULARE RICICLATO PER STRATO DRENANTE E ANTIGELO 31,5/200	Dmax 200
------------------	--	-----------------

Aggregato naturale:

AG-N-200b	AGGREGATO GRANULARE NATURALE PER STRATO DRENANTE E ANTIGELO 31,5/200	Dmax 200
------------------	---	-----------------

I materiali utilizzati negli strati drenanti e antigelo in sede stradale hanno funzione strutturale (punto 1.2.1).

2.8.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LO STRATO DRENANTE E ANTIGELO

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti delle miscele granulari non legate impiegate nella realizzazione dello strato drenante e antigelo in base all'origine del materiale.

2.8.1.1 Requisiti degli aggregati per strati drenanti e antigelo (riciclati e naturali)

I requisiti degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati per la realizzazione di strati drenanti e antigelo sono suddivisi in:

- requisiti di idoneità;
- requisiti di rilascio sostanze (per aggregati riciclati).

I requisiti di idoneità degli aggregati, riciclati e naturali, impiegati negli strati drenanti e antigelo devono soddisfare quanto definito nel prospetto 31.

Prospetto 31 - Requisiti di idoneità degli aggregati per strati drenanti e antigelo (riciclati e naturali)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	AGGREGATI RICICLATI (AG-R-200b)	AGGREGATI NATURALI (AG-N-200b)
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	200	200
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	31,5/200	31,5/200
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 2	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G ₀	G ₀
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	<= 2	<= 2
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	<= 30	<= 30
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cuG}	%	> 80	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	<= 2	<= 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato

I requisiti di rilascio sostanze degli aggregati (solo aggregati riciclati), impiegati negli strati drenanti e antigelo, devono soddisfare quanto definito nel prospetto 32.

Prospetto 32 - Requisiti di rilascio sostanze degli aggregati riciclati per drenante e antigelo (AG-R-200b)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORI
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

3. COSTRUZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI

COSTIPAMENTO DEI MATERIALI

Le informazioni seguenti, relative a criteri e peculiarità della fase operativa di costipamento dei materiali, riguardano gli elementi costruttivi specificati nella presente parte delle prescrizioni tecniche.

Il costipamento o compattazione dei materiali è l'operazione meccanica di addensamento di un materiale granulare e deve essere eseguita allo scopo di diminuire la deformabilità elastica ed i cedimenti plastici del corpo stradale o di parte di esso nella fase di esercizio.

Lo stato di addensamento che un materiale raggiunge quando è sottoposto a compattazione varia in base al tipo di materiale, alla rigidità del supporto, alla metodologia utilizzata, all'energia impressa, allo spessore dello strato ed al contenuto di umidità al momento della compattazione. Lo stato di addensamento raggiunto, a parità delle altre variabili, cresce con il contenuto di umidità fino ad un determinato valore (massa volumica massima, in corrispondenza dell'umidità ottimale) dopo di che comincia a diminuire (curva di costipamento Proctor). Pertanto, è opportuno che durante il costipamento il contenuto di acqua presente nel materiale non sia alterato dalle condizioni meteorologiche o da altre cause.

I mezzi di costipamento e le modalità di funzionamento (velocità, massa, pressione di gonfiaggio degli pneumatici, frequenza e ampiezza di vibrazione, eventuali zavorre) devono essere adeguati alla natura, alla qualità e agli spessori dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, devono essere tali da ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti dalle presenti prescrizioni tecniche.

In generale le macchine operatrici da impiegare per il costipamento in relazione ai tipi di materiali sono, ad esempio:

- i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono di impiego specifico per le terre fini coesive;

- i rulli a griglia sono d'impiego specifico per le rocce tenere o, comunque, per i materiali per i quali è possibile e auspicabile alterare la granulometria per frantumazione degli elementi di maggiore dimensione;
- i rulli a cilindri metallici lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari (/A1, A3, e A2) e, se molto pesanti, per i detriti di falda contenenti elementi di grosse dimensioni e, in una certa misura, per quelli provenienti da scavi in roccia;
- i rulli gommati, in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio degli pneumatici si prestano sia per terre fini, sia per terre granulari, ed anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi (detriti di falda);
- i rulli a cilindri metallici lisci statici devono essere utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati, preliminarmente compattati con rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.

L'Impresa dovrà utilizzare la macchina operatrice più adeguata al tipo di materiale e dovrà operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio (costipamento Proctor).

Nel caso in cui non occorra modificare il contenuto di acqua, ogni strato deve essere compattato immediatamente dopo la stesa e la livellatura del materiale.

Lo spessore dei singoli strati deve essere scelto in base al tipo ed efficacia dei rulli impiegati e comunque non dovrà mai superare le prescrizioni definite di seguito per i singoli elementi costruttivi.

3.2 PREPARAZIONE DEL PIANO DI APPOGGIO

3.2.1 ESECUZIONE DEL PIANO DI APPOGGIO DEL RILEVATO

Immediatamente prima della costruzione del rilevato o del sottofondo, l'Impresa deve procedere alla rimozione ed asportazione della terra vegetale, ceppaie, humus, radici affioranti, ecc. Il piano avrà estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continuo o opportunamente gradonato secondo i profili di progetto e dovrà risultare quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno delle acque piovane.

Di norma, il piano di appoggio dei rilevati o dei sottofondi è stabilito alla quota di 20cm al di sotto del piano di campagna ottenuto mediante esecuzione di scavo di sbancamento.

Nel caso in cui a detta quota si rinvenivano dei terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30cm.

Nel caso in cui i terreni rinvenuti alla quota di 20cm al di sotto del piano di campagna appartengano ai gruppi A4, A5, A6, A7 la DL dovrà valutare l'eventuale approfondimento degli scavi per sostituire i terreni con terre adeguate (gruppi A1 o A2) o aggregati da rilevato (paragrafo 2.1).

In presenza di terreni particolarmente sensibili all'azione delle acque dovrà essere considerata l'altezza di falda delle acque sotterranee e dovrà essere realizzato uno strato accessorio di drenaggio.

Nel caso in cui il rilevato debba poggiare su declivi con pendenza superiore a 15% circa, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa del rilevato con superficie di appoggio eventualmente in leggera pendenza. I gradoni devono avere larghezza costante ed altezza regolare, compatibilmente con le esigenze di cantiere e con le dimensioni dei mezzi meccanici impiegati.

La regolarità del piano di posa deve essere approvata dalla DL, previa ispezione e controllo. In presenza di strati di materiali torbosi o coesivi, suscettibili di futuri cedimenti, la DL può disporre l'esecuzione di ulteriori scavi di sbancamento per rimuovere i materiali non idonei.

Le caratteristiche del piano di posa dei rilevati dovranno soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 33.

3.2.2 ESECUZIONE DEL PIANO DI APPOGGIO IN TRINCEA

Prima della realizzazione della sovrastruttura stradale (fondazione stradale e pavimentazione) nelle opere da realizzare in trincea è necessario provvedere all'esecuzione di uno scavo o scarifica superficiale, a seconda del tipo di sottofondo esistente. Analogamente alla formazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa deve procedere alla rimozione ed asportazione della terra vegetale, ceppaie, humus, radici affioranti, ecc.

In presenza di terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo esistente che dovrà raggiungere i requisiti previsti per il piano d'appoggio (prospetto 33).

In presenza di terreni appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8 la DL dovrà valutare la sostituzione del terreno stesso con altro materiale (aggregato o terra) e realizzazione di nuovo sottofondo con materiali conformi alle presenti prescrizioni che dovrà raggiungere i requisiti previsti per il piano d'appoggio (prospetto 33).

3.3 COSTRUZIONE DEL RILEVATO

Il rilevato è eseguito a strati, regolari per tutta la larghezza, dello spessore non superiore a 40cm.

Il materiale deve essere steso mediante l'utilizzo di macchine operatrici per movimento materiali (es. escavatori, pale meccaniche cingolate, apripista a lama o dozer) e costipato con rulli compattatori (es. a cilindri lisci, gommati, vibranti, statici, a piedi costipanti).

Ogni strato deve essere compattato con idoneo rullo vibrante per ottenere il completo assestamento del corpo stradale e raggiungere i requisiti di massima densità. La rullatura può avere luogo solo quando lo scostamento dell'umidità del materiale rientra nella tolleranza definita (prospetto 33).

Qualora il materiale si presenti eccessivamente secco, l'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura fino al raggiungimento del grado di umidità ottimale. In caso di umidità eccessiva si deve provvedere a ridurre il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. Ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali da pregiudicare la buona riuscita del lavoro la DL potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'Impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo.

Nel caso in cui il rilevato debba essere realizzato a contatto con rilevati esistenti (es. ampliamento del corpo stradale), la posa in opera in corrispondenza delle scarpate sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante formazione di strati con altezza inferiore a 50cm, previa rimozione della cotica erbosa.

L'accertamento della portanza del rilevato deve essere effettuato su ogni singolo strato. Non è consentito procedere con la realizzazione dello strato successivo se la portanza dello strato di appoggio risulta inferiore al valore prescritto (prospetto 33).

Ogni strato deve presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti. Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Al fine di assicurare la compattazione uniforme degli strati anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate possono essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto. La stesa e il costipamento del materiale, pertanto, devono considerare una maggiore larghezza di almeno 0,50m per entrambi i lati del rilevato.

Le caratteristiche del corpo del rilevato, realizzato con aggregati riciclati o aggregati naturali o terre, devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 33.

3.4 COSTRUZIONE DEL SOTTOFONDO

Il sottofondo è realizzato a strati, regolari per tutta la larghezza, dello spessore non superiore a 30cm.

Il materiale deve essere steso mediante l'utilizzo di macchine operatrici per movimento materiali (es. pale meccaniche cingolate, livellatrici) e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Ogni strato deve essere compattato con idoneo rullo vibrante per ottenere il completo assestamento del sottofondo e raggiungere i requisiti di massima densità. La rullatura

potrà avere luogo solo quando lo scostamento dell'umidità del materiale rientra nella tolleranza definita nel prospetto 33.

Qualora il materiale si presenti eccessivamente secco, l'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura fino al raggiungimento del grado di umidità ottimale. In caso di umidità eccessiva, si deve provvedere ad abbassare il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. Ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali da pregiudicare la buona riuscita del lavoro, la DL potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'Impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo.

L'accertamento della portanza del sottofondo deve essere effettuato su ogni singolo strato. Non è consentito procedere con la realizzazione dello strato successivo se la portanza dello strato di appoggio risulta inferiore al valore prescritto nel prospetto 33.

Ogni strato deve presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita, così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Le caratteristiche del sottofondo, realizzato con aggregati riciclati o aggregati naturali o terre, devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 33.

3.5 COSTRUZIONE DELLA FONDAZIONE NON LEGATA E BASE NON LEGATA

La fondazione stradale è eseguita a strati, regolari per tutta la larghezza, dello spessore non superiore a 30 cm.

Il materiale deve essere steso mediante l'utilizzo di macchine operatrici per movimento materiali (es. pale meccaniche cingolate, livellatrici) e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Ogni strato deve essere compattato con idoneo rullo vibrante per ottenere il completo assestamento del corpo stradale e raggiungere i requisiti di massima densità. La rullatura può avere luogo solo quando lo scostamento dell'umidità del materiale rientra nella tolleranza definita (prospetto 33).

Qualora il materiale si presenti eccessivamente secco, l'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura fino al raggiungimento del grado di umidità ottimale. In caso di umidità eccessiva, si deve provvedere ad abbassare il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. Ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali da pregiudicare la buona riuscita del lavoro, la DL potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'Impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo.

Le lavorazioni devono 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, devono essere rimosse e ripristinate.

Sullo strato di fondazione, compattato 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 della parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere, ovvero dagli agenti atmosferici.

Le caratteristiche della fondazione non legata, realizzata con aggregati riciclati o aggregati naturali, devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 33.

3.6 COSTRUZIONE DELLE COLMATE O RINTERRI

I materiali trasportati mediante autocarri o mezzi simili non debbono essere scaricati direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositati nelle vicinanze e successivamente posati in opera a strati per essere compattati con idonei mezzi meccanici.

L'Impresa deve evitare di realizzare riempimenti o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre, si deve evitare che i rulli vibranti operino entro una distanza di 1,5m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture devono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di addensamenti richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Qualora il materiale si presenti eccessivamente secco, l'Impresa deve provvedere, a propria cura e spese, alle operazioni di bagnatura fino al raggiungimento del grado di umidità ottimale. In caso di umidità eccessiva si deve provvedere a ridurre il grado di umidità mediante miscelazione con materiale secco o mediante l'impiego di altre metodologie attuate a cura e spese dell'Impresa. Ogni qualvolta le condizioni meteorologiche siano tali da pregiudicare la buona riuscita del lavoro la DL potrà ordinare la sospensione delle operazioni di stesa, senza che l'Impresa possa vantare riserve o oneri aggiuntivi di alcun tipo.

Nel caso di formazione di tomi o strutture portanti in terra rinforzata, il progettista deve determinare le caratteristiche meccaniche dei materiali e le modalità di costruzione in funzione dell'opera da eseguire.

3.7 COSTRUZIONE DEGLI STRATI ACCESSORI

In generale, la fase di posa in opera dei materiali utilizzati per gli strati accessori non deve alterare le caratteristiche dimensionali degli aggregati. Pertanto, l'Impresa deve evitare la

costipazione, statica o vibrante, che potrebbe provocare una frantumazione degli aggregati con produzione di elementi fini.

In relazione alle caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato o il riempimento, alle dimensioni del drenaggio e, in genere, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, la DL potrà disporre che gli strati accessori realizzati secondo la presente specifica tecnica siano protetti mediante stesa di teli geotessili, per impedire che le frazioni più fini possano saturare i vuoti degli aggregati e pregiudicare la funzionalità degli strati stessi.

I teli geotessili sono posti in opera in strisce contigue opportunamente sovrapposte sui bordi per almeno 40cm. Le caratteristiche tecniche del telo sono determinate dal Progettista in funzione dell'applicazione specifica.

Le dimensioni degli strati accessori e delle opere di drenaggio sono determinate dal Progettista in relazione alle caratteristiche dei luoghi e delle opere da realizzare.

4. CARATTERISTICHE DI ADDENSAMENTO E DI PORTANZA DEGLI STRATI NON LEGATI

Le caratteristiche fisiche e di portanza degli elementi costruttivi devono esse sottoposte a controllo progressivo al fine di realizzare un corpo stradale stabile atto a supportare le sollecitazioni in fase di esercizio e prevenire cedimenti e deformazioni plastiche della struttura con risalita fino alla pavimentazione e piano stradale.

In particolare deve essere valutata la portanza sin dal piano di posa del rilevato o alla base della trincea. Nel caso del rilevato è necessario considerare anche l'altezza del rilevato stesso.

Per ogni elemento costruttivo strutturale del corpo stradale (corpo del rilevato, sottofondo fondazione/base) devono essere valutati i requisiti di addensamento e di portanza.

In merito all'addensamento il parametro di riferimento è la densità posta a confronto con la massima densità determinata preliminarmente in laboratorio mediante metodo Proctor; unitamente all'addensamento deve essere presidiato anche il contenuto di umidità necessario al fine di ottenere i risultati attesi.

In merito alla portanza deve essere determinato il modulo di deformazione mediante prova di piastra. Al fine di rendere significativa la misurazione tale prova deve essere eseguita appena terminato il costipamento applicando un ciclo singolo di carico. Qualora sia eseguita successivamente, occorre valutare i risultati tenendo conto dell'influenza delle possibili variazioni di comportamento dipendenti dalle alterazioni dell'umidità e delle altre caratteristiche geotecniche. La prova di carico con piastra a doppio ciclo di carico risulta utile in fase di analisi preliminare (es. esecuzione di un campo prove) in quanto permette di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera.

In fase di costruzione l'Impresa può utilmente procedere con misurazioni della portanza mediante metodi ad alto rendimento come, ad esempio, l'utilizzo della piastra dinamica (FWD - Falling Weight Deflectometer). Al fine della rappresentatività delle misure con tale

apparecchiatura è necessario procedere con misurazioni di confronto con la piastra statica e valutare gli scostamenti medi e puntuali. Ai fini dell'accertamento di conformità ai requisiti di portanza si ritengono validi i risultati delle misurazioni effettuate con piastra statica in conformità alla norma CNR BU 146/92.

Il requisito della portanza è stabilito in base al livello di traffico giornaliero medio (TGM) e al tipo di veicoli (pesanti / leggeri) dell'opera da realizzare come di seguito riportato:

- **Traffico di "Tipo A"**: TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50;
- **Traffico di "Tipo B"**: TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50

Le caratteristiche di addensamento e di portanza dovranno soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 33.

Prospetto 33 – Requisiti di addensamento e di portanza degli strati non legati del corpo stradale

STRATO	DENSITA' IN SITU (rispetto alla densità massima Proctor)	SCOSTAMENTO UMIDITA' (rispetto alla densità massima Proctor)	CEDIMENTO PERMANENTE ¹⁾	MODULO DI DEFORMAZIONE ²⁾ (prova di piastra statica)	
	UNI EN 13286-2 CNR 22/72 [%]	UNI EN 13286-2 [ΔW – punti percentuali]	UNI EN 13286-2 [Δh – mm]	CNR 146/92 [M _D – MPa] ³⁾	
				Strada TIPO A	Strada TIPO B
BASE	100	± 5	-	≥ 100	≥ 80
FONDAZIONE	≥ 98	± 5	-	≥ 100	≥ 80
SOTTOFONDO	≥ 95	± 5	< 2,5	≥ 60	≥ 50
RILEVATO	≥ 95	± 5	< 4,0	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)
ANTICAPILLARE	-	-	-	≥ 20	≥ 20
DRENANTE	-	-	-	-	-
PIANO DI POSA	≥ 95	± 5	-	≥ 15 (h >2m) ≥ 20 (h da 1m a 2m) ≥ 30 (h da 0,5m a 1m)	≥ 15 (h >2m) ≥ 20 (h da 1m a 2m) ≥ 30 (h da 0,5m a 1m)
<p>NOTA</p> <p>¹⁾ Da applicare nel caso di terre</p> <p>²⁾ Tipologia di traffico:</p> <p>6. Traffico di "Tipo A": TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50;</p> <p>7. Traffico di "Tipo B": TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50 h = distanza dal piano di posa del rilevato al piano di appoggio della pavimentazione</p> <p>³⁾ Intervalli di carico della prova di piastra: tra 0,05 e 0,15 MPa, per piano di posa, anticapillare, rilevato e sottofondo, tra 0,15 e 0,25MPa per fondazione, tra 0,25 e 0,35MPa per base</p>					

Nel caso di costruzione in trincea i requisiti di portanza del piano di appoggio della

fondazione stradale coincidono con quanto richiesto per l'ultimo strato del rilevato.

5. CONTROLLI DEI MATERIALI E DELLE LAVORAZIONI

Le verifiche di conformità ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche devono essere effettuate mediante esecuzione di prove di laboratorio sui materiali e sugli strati realizzati. I controlli per l'accertamento delle caratteristiche dei materiali sono effettuati mediante prelievo di campioni di materiale sciolto, mentre i controlli per l'accertamento delle caratteristiche dello strato saranno effettuate mediante prove strumentali in situ.

L'attività dei laboratori per l'esecuzione delle prove sui materiali da costruzioni, oggetto delle presenti prescrizioni tecniche, è considerato servizio di pubblica utilità. I laboratori devono pertanto essere qualificati secondo quanto previsto dalle norme vigenti in materia.

In particolare, i requisiti di qualificazione dei laboratori sono riportati nel prospetto 34, suddivisi in base alla tipologia delle prove da eseguire.

Prospetto 34 - Requisiti di qualificazione dei laboratori

TIPOLOGIA DELLE PROVE	REQUISITO DI QUALIFICAZIONE DEL LABORATORIO
PROVE SUGLI AGGREGATI (naturali e riciclati)	- Sistema di gestione per la qualità (SGQ), che sovrintenda alle attività di laboratorio, conforme alla norma UNI EN ISO 9001, con certificazione rilasciata da un Organismo di certificazione terzo e indipendente accreditato secondo ISO 17021 parte1
PROVE SULLE TERRE PROVE DI PORTANZA IN SITU	- Autorizzazione rilasciata per Decreto dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici in corso di validità (quinquennale) ¹⁾
PROVE CHIMICHE (test di cessione su aggregati riciclati)	- Accreditamento per l'esecuzione delle prove in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

NOTE
¹⁾ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Circolare 8 settembre 2010, n.7618/STC

Gli obblighi a carico dell'impresa nella esecuzione dei controlli sui materiali da impiegarsi o impiegati sono definiti nel Capitolato d'appalto, parte amministrativa.

5.1 CONTROLLI PRELIMINARI

Prima dell'impiego, l'Impresa deve consegnare alla DL la documentazione tecnica relativa

ai materiali che intende impiegare nella costruzione dell'opera.

Più precisamente la qualifica ed accettazione dei materiali deve essere conforme ai requisiti tecnici di idoneità e ai requisiti di compatibilità ambientale, come specificato nei paragrafi precedenti, per ogni tipo di materiale e impiego nell'opera.

Dopo avere accertato la conformità ai requisiti richiesti, relativi ai materiali ed alle miscele, la DL potrà procedere con l'accettazione dei materiali che l'Impresa intende impiegare.

In ogni caso l'Impresa è tenuta a comunicare tempestivamente alla DL eventuali nuovi Produttori o variazioni delle caratteristiche dei materiali per la nuova verifica di accettazione.

5.2 CONTROLLI PERIODICI

L'Impresa deve assicurare il mantenimento continuo delle caratteristiche dei materiali qualificati ed accettati per tutta la durata delle forniture e delle lavorazioni.

E' cura della DL procedere con l'esecuzione di verifiche periodiche per accertare la continua conformità dei materiali e delle lavorazioni ai requisiti delle presenti prescrizioni tecniche.

I controlli periodici si applicano:

8. ai requisiti di idoneità dei materiali;
9. ai requisiti di compatibilità ambientale dei materiali recuperati;
10. ai requisiti geotecnici dei materiali;
11. ai requisiti prestazionali delle opere.

Le prove di laboratorio, qualificato in conformità al prospetto 34, per le verifiche periodiche dei requisiti di idoneità e di compatibilità ambientale degli aggregati da collocare in opera potranno coincidere con i controlli periodici in produzione che il Produttore deve obbligatoriamente effettuare secondo quanto previsto dalla norma armonizzata UNI EN 13242 e, per quanto concerne la compatibilità ambientale degli aggregati riciclati, dalla norma di riferimento per la cessazione della qualifica dei rifiuti (DM n. 152 del 28.09.2022).

In ogni caso la DL potrà procedere con ulteriori verifiche per assicurare la continua conformità dei materiali qualificati.

Le modalità di prelevamento dei campioni ed esecuzione delle analisi di laboratorio devono essere conformi alla normativa vigente.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio e devono essere conservati presso il Laboratorio incaricato, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. Il prelevamento del campione deve essere accompagnato dal Verbale di campionamento e deve sempre essere assicurato il principio della rappresentatività del materiale da sottoporre ad analisi.

Gli addetti del Laboratorio e della DL devono avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la produzione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di posa devono agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere, a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

Salvo diverse disposizioni impartite dalla DL la frequenza dei controlli in fase esecutiva è riportata nei seguenti paragrafi riferiti ai requisiti dei materiali ed ai requisiti delle opere.

5.2.1 CONTROLLO PERIODICO DEI REQUISITI DI IDONEITA' DEI MATERIALI

Il controllo dei requisiti di idoneità dei materiali dovrà essere effettuato alle frequenze riportate nel prospetto 35, in base al tipo di materiale (aggregati naturali e riciclati, terre).

Prospetto 35 – Frequenze di controllo periodico dei requisiti di idoneità dei materiali

MATERIALE	REQUISITI	RIFERIMENTI	FREQUENZA
AGGREGATI (riciclati e naturali)	Requisiti di idoneità	Prospetti: 4 – 11 – 18 – 21 – 24 – 26 – 29 - 31	ogni 3.000 m ³ di materiale fornito per tipo
	Classificazione	Prospetti 7 - 14	Iniziale ogni 20.000m ³ (o in caso di variabilità)
TERRE	Requisiti di idoneità	Prospetti 8 – 15 - 28	Iniziale ogni 3.000 m ³ di materiale fornito per tipo

5.2.2 CONTROLLO PERIODICO DELLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI DEI MATERIALI RECUPERATI

Gli aggregati riciclati dovranno essere sottoposti a verifiche periodiche per l'accertamento della conformità ai requisiti di compatibilità ambientale.

Il controllo dei requisiti di compatibilità ambientale dovrà essere effettuato alle frequenze riportate nel prospetto 36.

Prospetto 36 - Frequenze di controllo periodico dei requisiti di compatibilità ambientale degli aggregati riciclati

REQUISITI	NORME	FREQUENZA
CONCENTRAZIONE DI SOSTANZE	D.M. 152/2022 - Allegato 1 tab. 2	Iniziale ogni 3.000 m ³ di materiale fornito per tipo

RILASCIO DI SOSTANZE (test di cessione)	D.M. 152/2022 - Allegato 1 tab. 3	Iniziale ogni 3.000 m ³ di materiale fornito per tipo
--	--------------------------------------	---

5.2.3 CONTROLLO PERIODICO DEI REQUISITI GEOTECNICI DEI MATERIALI

Il controllo dei requisiti geotecnici dei materiali dovrà essere effettuato alle frequenze riportate nel prospetto 37, in base al tipo di materiale.

Prospetto 37 - Frequenze di controllo periodico dei requisiti geotecnici

MATERIALE	REQUISITO	FREQUENZA CONTROLLI			
		Rilevato	Sottofondo	Fondazione	Base
AGGREGATI (riciclati e naturali)	Massa volumica (Proctor)	Iniziale Ogni 20.000m ³	Iniziale Ogni 10.000m ³	Iniziale Ogni 10.000m ³	Iniziale Ogni 10.000m ³
	Parametri CBR	Iniziale Ogni 40.000 m ³	Iniziale Ogni 20.000 m ³	Iniziale Ogni 20.000 m ³	Iniziale Ogni 20.000 m ³
TERRE	Massa volumica (Proctor)	Iniziale Ogni 20.000 m ³	Iniziale Ogni 10.000 m ³	n.a.	n.a.
	Limiti Atterberg	Iniziale Ogni 20.000 m ³	Iniziale Ogni 10.000 m ³	n.a.	n.a.
	Indice palsticità	Iniziale Ogni 20.000 m ³	Iniziale Ogni 10.000 m ³	n.a.	n.a.
	Parametri CBR	Iniziale Ogni 40.000 m ³	Iniziale Ogni 40.000 m ³	n.a.	n.a.

5.2.4 CONTROLLO PERIODICO DEI REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE OPERE

Il controllo dei requisiti prestazionali delle opere dovrà essere effettuato alle frequenze riportate nel prospetto 38.

Prospetto 38 - Frequenze dei controlli periodici dei requisiti prestazionali delle opere

REQUISITO	NORMA	CORPO RILEVATO	SOTTOFONDO	FONDAZIONE NON LEGATA	BASE NON LEGATA
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2				
Modulo di deformazione	CNR BU 146/92	1.000m ³ (primi 5.000m ³)	500m ² (primi 5.000m ³)	500m ² (primi 5.000m ³)	500m ² (primi 5.000m ³)

Modulo di deformazione a doppio ciclo	CNR BU 146/92	2.000m ³ (ulteriori volumi)	2.000m ² (ulteriori superfici)	2.000m ² (ulteriori superfici)	2.000m ² (ulteriori superfici)
Cedimento permanente	UNI EN 13286-2				
Modulo dinamico LWD (correlato a Modulo di deformazione determinato con CNR BU 146/92)	ASTM E2583/07	500m ²	500m ²	500m ²	500m ²

SCHEDE PRODOTTO

Di seguito sono riportate le schede riepilogative dei requisiti di ogni prodotto specificato nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le informazioni riportate nelle singole schede sono;

12. Identificazione del prodotto,
13. codice
14. prodotto
15. strato di impiego
16. natura del prodotto (riciclato, naturale, terra)
17. riferimento al paragrafo descrittivo della specifica tecnica
18. Requisiti del prodotto (geometrici, fisici e di durabilità, chimici e di ecocompatibilità, geotecnici),
19. Requisiti dello strato (addensamento, portanza).

Si precisa che le schede riportano la sintesi dei requisiti richiesti e sono finalizzate ad agevolare l'individuazione dei prodotti e delle rispettive caratteristiche. La descrizione esaustiva delle caratteristiche e dei metodi di qualificazione e controllo è descritta nei paragrafi di riferimento (da paragrafo 2.1 a paragrafo 2.8).

Il prospetto 39 riporta l'elenco delle schede prodotto.

Prospetto 39 – Elenco delle schede prodotto (Materiali non legati)

CODICE	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	STRATO
AM-R-32	Aggregato misto riciclato per base non legata 0/31,5	BASE NON LEGATA
AM-N-32	Aggregato misto naturale per base non legata 0/31,5	
AM-R-40	Aggregato misto riciclato per fondazione non legata 0/40	FONDAZIONE NON LEGATA
AM-N-40	Aggregato misto naturale per fondazione non legata 0/40	
AM-R-63	Aggregato misto riciclato per sottofondo 0/63	SOTTOFONDO
AM-N-63	Aggregato misto naturale per sottofondo 0/63	
TM-63	Terra mista per sottofondo 0/63	
AM-R-125a	Aggregato misto riciclato per corpo del rilevato 0/125	CORPO DEL RILEVATO
AM-N-125	Aggregato misto naturale per corpo del rilevato 0/125	
TM-125	Terra mista per corpo del rilevato 0/125	
AM-R-14	Aggregato misto riciclato per rinterro o colmata 0/14	RINTERRO O COLMATA
AM-R-40	Aggregato misto riciclato rinterro o colmata 0/40	
AM-R-125b	Aggregato misto riciclato rinterro o colmata 0/125	
AG-R-40	Aggregato granulare riciclato per anticapillare 2/31,5	

AG-N-40	Aggregato granulare naturale per anticapillare 2/31,5	ANTICAPILLARE E DRENANTE
TG-40	Terra granulare per anticapillare 2/31,5	
AG-R-200a	Aggregato granulare riciclato drenante 31,5/200	DRENANTE
AG-N-200a	Aggregato granulare naturale drenante 31,5/200	
AG-R-200b	Aggregato granulare riciclato drenante 31,5/200	DRENANTE ANTIGELO
AG-N-200b	Aggregato granulare naturale per drenante 31,5/200	

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-R-32	Aggregato misto riciclato per base non legata 0/40	Base non legata	Aggregato riciclato	2.4 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	32
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 85
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 9
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _A
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	<= 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 1,5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 50
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	<= 30
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfredi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 90
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 1
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	<= 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	90/3
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	> 20
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	>= 100
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	<= 1
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (su resistenza alla frammentazione LA)	UNI EN 1367-1	ΔS _{LA}	%	< 30
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	100
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 100
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 80
CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-N-32	Aggregato misto naturale per base non legata 0/40	Base non legata	Aggregato naturale	2.4 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	32
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 85
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 9
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _A
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 1,5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 50
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	90/3
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	> 20
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 80
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (su resistenza alla frammentazione LA)	UNI EN 1367-1	ΔS_{LA}	%	< 30
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	-

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Σ	%	100
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 100
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 80
CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-R-40	Aggregato misto riciclato per fondazione non legata 0/40	Fondazione non legata	Aggregato riciclato	2.3 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	40
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 9
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _A
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 2
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 90
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 5
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 50
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (su resistenza alla frammentazione LA)	UNI EN 1367-1	ΔS_{LA}	%	< 30
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	λ	%	≥ 98
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	Δw	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 100
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 80
CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-N-40	Aggregato misto naturale per fondazione non legata 0/40	Fondazione non legata	Aggregato naturale	2.3 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	40
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 9
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _A
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 2
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	$< 0,2$
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 90
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 5
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-	g/cm ³	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 50
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo (su resistenza alla frammentazione LA)	UNI EN 1367-1	ΔS_{LA}	%	< 30
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	≥ 98
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 100
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 80

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-R-63	Aggregato misto riciclato per sottofondo 0/63	Sottofondo	Aggregato riciclato	2.2 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	63
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 15
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G_u
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	≤ 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 45
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R_{cug}	%	> 70
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	Rg	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	Ra	%	< 10
Contenuto di materiale galleggiante: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 10
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	≥ 95
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 50
CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-N-63	Aggregato misto naturale per sottofondo 0/63	Sottofondo	Aggregato naturale	2.2 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	63
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/31,5
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 15
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	Gu
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 45
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R_{cug}	%	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	Rg	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	Ra	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato
Indice di portanza CBR	UNI EN 13286-47	CBR	%	≤ 10
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	-

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	≥ 95
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 50
CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
TM-63	Terra mista per sottofondo 0/63	Sottofondo	Terra	2.2 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO								
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE (per gruppo)				
				A1a	A1b	A2-4	A2-5	A3
Contenuto sostanze organiche, vegetali e solubili (in massa)	UNI EN 1744-1	-	%	<2	<2	<2	<2	<2
Coefficiente di uniformità	UNI EN 933/1	D60/D10	-	-	-	-	-	>7
Indice di gruppo (coefficiente di qualità della terra)	UNI 11531-1	Ig	-	0	0	0	≤ 4	0
Passante al setaccio 125mm	UNI EN 933-1	-	%	100	100	-	-	-
Trattenuto al setaccio 63mm		-	%	0	0	0	0	0
Passante al setaccio 16mm		-	%	>50	>50	>50	>50	>50
Passante al setaccio 2mm		-	%	≤ 50	-	-	-	-
Passante al setaccio 0,4mm		-	%	≤ 30	≤ 50	-	-	≤ 50
Passante al setaccio 0,063mm		-	%	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	45	45	45	45	45
limite liquido LL (frazione passante 0,4mm)	UNI EN ISO 17892-12	wL	%	-	-	≤ 40	>40	-
Indice di plasticità IP (valore per frazione passante 0,4mm)				N.P. (≤ 6)				
Curva di costipamento Proctor Modificata	UNI EN 13286-2			valore dichiarato				
Indice di portanza CBR (rispetto massa volumica Proctor con umidità di costipamento esteso a $\pm 2\%$)	UNI EN 13286-47			da 10% a 95%				
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47			≤ 1				

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	≥ 95
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5

Cedimento permanente	UNI EN 13286-2	Δh	mm	< 2,5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	>= 60
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	>= 50

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-R-125a	Aggregato misto riciclato per corpo del rilevato 0/125	Corpo del rilevato	Aggregato riciclato	2.1 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	125
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/63
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 85
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 35
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _N
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	<= 50
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 20
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<= 50
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfondi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cuG}	%	> 50
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 10
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	<= 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Massa volumica massima con energia Proctor modificata	UNI EN13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

REQUISITO		NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)		UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	≥ 95
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)		UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva $>3t$), superiore a 50		CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva $>3t$), inferiore a 50		CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)
CODICE	PRODOTTO	STRATO		MATERIALE	RIF.
AM-N-125	Aggregato misto naturale per corpo del rilevato 0/125	Corpo del rilevato		Aggregato naturale	2.1 4
CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO					
REQUISITO		NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato		UNI EN 933-1	D_{max}	mm	125
Designazione dell'aggregato		UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/63
Sopravaglio della miscela		UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 85
Contenuto massimo dei fini		UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 35
Granulometria della miscela		UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G_N
Indice appiattimento dell'aggregato grosso		UNI EN 933-3	FI	%	-
Qualità dei fini (valore di blu)		UNI EN 933-9	MB	-	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]		UNI EN 933-8	SE	%	> 20
Resistenza alla frammentazione		UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 50
Contenuto di solfato solubile in acqua		UNI EN 1744-1	SS	%	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro		UNI EN 933-11	R_{cug}	%	-
Contenuto di vetro		UNI EN 933-11	R_g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi		UNI EN 933-11	R_a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...		UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi		UNI EN 933-11	X	%	-
Resistenza al gelo/disgelo		UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi		UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)		UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Massa volumica massima con energia Proctor modificata		UNI EN13286-2	-	% g/cm ³	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)		DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	-
CARATTERISTICHE DELLO STRATO					

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	≥ 95
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)
CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
TM-125	Terra mista per corpo del rilevato 0/125	Corpo del rilevato	Terra	2.1 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO												
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE (per gruppo)								
				A1a	A1b	A3	A2-4	A2-5	A4	A2-6	A2-7	
Contenuto sostanze organiche, vegetali e solubili (in massa)	UNI EN 1744-1	-	%	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Indice di gruppo (coefficiente di qualità della terra)	UNI 11531-1	lg	-	-	-	-	-	≤ 4	>0	>0	>0	>0
Passante al setaccio 125mm		-	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Trattenuto al setaccio 63mm		-	%	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Passante al setaccio 2mm	UNI EN 933-1	-	%	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-
Passante al setaccio 0,4mm		-	%	≤ 30	≤ 50	≤ 50	-	-	-	-	-	-
Passante al setaccio 0,063mm		-	%	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	>35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Limite liquido LL (frazione passante 0,4mm)	UNI EN ISO 17892-12	WL	%	-	-	-	≤ 40	>40	≤ 40	≤ 40	>40	>40
Indice di plasticità IP (frazione passante 0,4mm)		Ip	%	≤ 6	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	≤ 10	>10	>10	>10
Curva di costipamento Proctor Modificata	UNI EN 13286-2	-	% g/cm ³	v.d.	v.d.	v.d.	v.d.	v.d.	v.d.	v.d.	v.d.	v.d.
Indice di portanza CBR (rispetto massa volumica Proctor)	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
Rigonfiamento CBR	UNI EN 13286-47	-	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2 CNR 22/72	Δ	%	≥ 95
Scostamento umidità (rispetto alla densità massima Proctor)	UNI EN 13286-2	ΔW	punti percentuali	± 5
Cedimento permanente	UNI EN 13286-2	Δh	mm	< 4,0

Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo A con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), superiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)
Modulo di deformazione (prova di piastra statica) Per strade di tipo B con TGM, relativo ai soli veicoli pesanti (massa complessiva >3t), inferiore a 50	CNR 146/92	MD	MPa	≥ 60 (strati superiori) ≥ 30 (solo primo strato)

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-R-14	Aggregato misto riciclato per colmata / rinterro 0/14	Colmata / rinterro	Aggregato riciclato	2.5

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	14
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	Valore dichiarato
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	-
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	-
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _N
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	-
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	> 50
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante, carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 10
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	-
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	-
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE

Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto
---	--	--	--	-------------

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-R-40	Aggregato misto riciclato per colmata / rinterro 0/40	Colmata / rinterro	Aggregato riciclato	2.5

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/63
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	-
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	-
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _N
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	-
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cus}	%	> 50
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 10
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	-
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	-
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE

Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto
---	--	--	--	-------------

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AM-R-125	Aggregato misto riciclato per colmata / rinterro 0/125	Colmata / rinterro	Aggregato riciclato	2.5

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	125
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	0/63
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	OC	%	> 75
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	-
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	LF	%	-
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _N
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	-
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cus}	%	> 50
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 10
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	-
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	-
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE

Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto
---	--	--	--	-------------

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AG-R-40	Aggregato granulare riciclato anticapillare e drenante 0/40	Strato accessorio anticapillare e drenante	Aggregato riciclato	2.6 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	2/31,5
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 3
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _{c85/15}
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 70
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 40
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cug}	%	> 70
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE

Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto
---	--	--	--	-------------

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AG-N-40	Aggregato granulare naturale anticapillare e drenante 0/40	Strato accessorio anticapillare e drenante	Aggregato naturale	2.6 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	2/31,5
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 3
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G _{0,075} /15
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 70
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 40
Contenuto di solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	-
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	-

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
TG-40	Terra granulare anticapillare e drenante 0/40	Strato accessorio anticapillare e drenante	Terra	2.6 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO						
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
				passante	valore	
Distribuzione granulometrica	UNI EN 933-1	-	%	2mm	<15	
		-	%	0,063	< 3	
Qualità dei fini (equivalente in sabbia)	UNI EN 933-8	SE	%	> 70		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	40		
Perdita di resistenza dopo cicli di gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	ΔS_{LA}	-	< 20		
Resistenza alla degradazione (Sonnenbrand)	UNI EN 1367-3 e UNI EN 1097-2	SBLA		assenti		

CARATTERISTICHE DELLO STRATO					
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE	
Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto	

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AG-R-200a	Aggregato granulare riciclato Drenante 31,5/200	Strato accessorio drenante	Aggregato riciclato	2.7 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	200
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	31,5/200
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 3
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G ₀
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 70
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (materiale impiegato per uso strutturale in sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 40
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (materiale impiegato per uso non strutturale fuori sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cuG}	%	> 70
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Resistenza al gelo/disgelo (materiale impiegato per uso strutturale in sede stradale)	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Resistenza al gelo/disgelo (materiale impiegato per uso non strutturale fuori sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AG-N-200a	Aggregato granulare naturale Drenante 31,5/200	Strato accessorio drenante	Aggregato naturale	2.7 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	200
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	31,5/200
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 3
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G ₀
Indice appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FI	%	< 35
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) [in alternativa al requisito valore di blu]	UNI EN 933-8	SE	%	> 70
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (materiale impiegato per uso strutturale in sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 40
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (materiale impiegato per uso non strutturale fuori sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cuG}	%	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Resistenza al gelo/disgelo (materiale impiegato per uso strutturale in sede stradale)	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Resistenza al gelo/disgelo (materiale impiegato per uso non strutturale fuori sede stradale)	UNI EN 1097-2	LA	%	Valore dichiarato
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	-

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AG-R-200b	Aggregato granulare riciclato Drenante e antigelo 31,5/200	Strato accessorio Drenante e antigelo	Aggregato riciclato	2.8 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	200
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	31,5/200
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G ₀
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	≤ 2
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cuG}	%	> 80
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	< 5
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	< 30
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	< 5
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	< 1
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE

Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto
---	--	--	--	-------------

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
AG-N-200b	Aggregato granulare naturale Drenante e antigelo 31,5/200	Strato accessorio Drenante e antigelo	Aggregato naturale	2.8 4

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Dimensione massima dell'aggregato	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	200
Designazione dell'aggregato	UNI EN 13242 UNI EN 13285	d/D	mm	31,5/200
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	UF	%	< 2
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1 UNI EN 13285	G	-	G ₀
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	≤ 2
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	Valore dichiarato (a contatto con CLS ≤ 0,8)
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	SS	%	< 0,2
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malte, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, sfridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{CUG}	%	-
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	-
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	-
Contenuto di materiale galleggiante. carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume, ...	UNI EN 933-11 (in volume)	FL	%	-
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X	%	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤ 2
Contenuto di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	UNI EN 933-5	C	%	Valore dichiarato
Resistenza all'usura (Micro Deval)	UNI EN 1097-1	MDE	%	Valore dichiarato
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 152/2022

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE

Requisiti dello strato specificati dal Progettista in base alla specifica opera				Di progetto
---	--	--	--	-------------



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Agenzia Provinciale Opere Pubbliche

**OPERE DI COSTRUZIONE
DEL CORPO STRADALE
PRESCRIZIONI TECNICHE**

PARTE B

STRATI IN MATERIALE LEGATO

Miglioramenti

Stabilizzazioni

Misti cementati

Revisione del 23 agosto 2023

INDICE DELLA PARTE B – Strati in materiale legato

GLOSSARIO DEI TERMINI

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

1. CLASSIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI LEGATI

1.1 CLASSIFICAZIONE DI MATERIALI E DELLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE

1.1.1 TRATTAMENTI DI TERRE E MISCELE GRANULARI

1.1.1.1 Classificazione dei trattamenti e finalità

1.1.1.2 Scelta del tipo di legante idraulico per i trattamenti

1.1.2 MISCELE GRANULARI LEGATE A CEMENTO (misti cementati)

1.2 NORME DI QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI E DEI MATERIALI COSTITUENTI

1.3 MISCELE GRANULARI LEGATE E IMPIEGHI PREVISTI

1.4 CAMPO PROVE

2. TRATTAMENTI DI MIGLIORAMENTO CON LEGANTI IDRAULICI

2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI PER IL TRATTAMENTO DI MIGLIORAMENTO

2.1.1 REQUISITI DEI TERRENI

2.1.2 REQUISITI DEI LEGANTI PER TRATTAMENTO DI MIGLIORAMENTO

2.2 REQUISITI DI PORTANZA E DI IDONEITA' DEI MATERIALI

2.2.1 REQUISITI DI PORTANZA

2.2.2 REQUISITI DI IDONEITÀ DELLE MISCELE

2.3 STUDIO PRELIMINARE DI MISCELA

2.4 MODALITA' DI ESECUZIONE DEI TRATTAMENTI DI MIGLIORAMENTO

2.5 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI TRATTAMENTI DI MIGLIORAMENTO

3. TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON LEGANTI IDRAULICI

3.1 TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE A CALCE O A CALCE E CEMENTO

3.1.1 MATERIALI PER STABILIZZAZIONI A CALCE O A CALCE E CEMENTO

3.1.1.1 Requisiti dei terreni e degli aggregati

3.1.1.2 Requisiti dei leganti per trattamenti di stabilizzazione

3.1.1.3 Requisiti dell'acqua

3.1.2 STUDIO PRELIMINARE PER TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON CALCE O CON CALCE E CEMENTO

3.1.2.1 Studio preliminare per stabilizzazione con sola calce

3.1.2.2 Studio preliminare per stabilizzazione con calce e cemento

3.1.2.3 Requisiti di idoneità delle miscele con calce o con calce e cemento

3.1.2.4 Dosaggio della calce e dell'acqua

3.2 TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON CEMENTO

3.2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI PER TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON CEMENTO

3.2.1.1 Requisiti delle terre e degli aggregati

3.2.1.2 Requisiti dei leganti per trattamenti di stabilizzazione a cemento

3.2.1.3 Requisiti dell'acqua per trattamenti di stabilizzazione

3.2.2 STUDIO PRELIMINARE DEI TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE A CEMENTO

3.3 MODALITA' DI ESECUZIONE DEI TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE

3.4 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE

4. MISCELE DI AGGREGATI LEGATI CON CEMENTO (misti cementati)

4.1 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

4.1.1 AGGREGATI

4.1.1.1 Aggregati grossi

4.1.1.2 Aggregati fini

4.1.2 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

4.1.3 LEGANTE

4.1.4 ACQUA

4.1.5 ADDITIVI

4.2 REQUISITI DELLE MISCELE LEGATE A CEMENTO

4.2.1 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLE MISCELE

4.2.2 REQUISITI MECCANICI DELLE MISCELE LEGATE A CEMENTO (misti cementati)

4.2.3 STUDIO DI MISCELA

4.2.3.1 Determinazione del contenuto di legante

4.2.3.2 Determinazione del contenuto di acqua

4.2.4 CONTENUTO DI MATERIALE RICICLATO, RECUPERATO O SOTTOPRODOTTI

4.3 REQUISITI PER LA PRODUZIONE E POSA IN OPERA DELLE MISCELE LEGATE A CEMENTO

4.3.1 PRODUZIONE DELLA MISCELA

4.3.2 POSA IN OPERA DELLA MISCELA

4.4 REQUISITI DEGLI STRATI DI MISCELE LEGATE A CEMENTO

5. CONTROLLI DEI MATERIALI E DELLE LAVORAZIONI

5.1 CONTROLLI DI QUALIFICA PRELIMINARE

5.2 CONTROLLI PERIODICI

5.2.1 CONTROLLO PERIODICO DEI MATERIALI COSTITUENTI

5.2.2 CONTROLLO PERIODICO IN FASE DI ESECUZIONE PER MIGLIORAMENTI E STABILIZZAZIONI

5.2.3 CONTROLLO PERIODICO IN FASE DI ESECUZIONE PER MISTI CEMENTATI

SCHEDE PRODOTTO

INDICE DEI PROSPETTI

- Prospetto 1 – Applicazione dei trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione in base all'elemento costruttivo
- Prospetto 2 – Classificazione delle terre e tipo di legante per esecuzione trattamento
- Prospetto 3 – Norme di qualificazione dei prodotti impiegati negli strati legati
- Prospetto 4 - Norme di qualificazione dei materiali costituenti i prodotti impiegati negli strati legati
- Prospetto 5 – Codifica delle miscele granulari legate
- Prospetto 6 – Requisiti geometrici e fisici delle terre e materiali granulari per trattamento di miglioramento
- Prospetto 7 - Valori minimi dell'Indice di Portanza Immediata IPI per l'impiego delle terre fini trattate con calce
- Prospetto 8 - Valori minimi dell'Indice di Portanza Immediata IPI per l'impiego delle terre granulari sensibili all'acqua trattate con calce e Cemento
- Prospetto 9 - Requisiti di idoneità delle miscele migliorate con legante idraulico
- Prospetto 10 – Requisiti delle miscele sottoposte a trattamento di miglioramento
- Prospetto 11 – Requisiti delle terre e degli aggregati per trattamento di stabilizzazione a calce o calce e cemento
- Prospetto 12 - Requisiti di stabilità all'acqua di miscele stabilizzate con calce
- Prospetto 13 – Requisiti di resistenza al gelo di miscele stabilizzate con calce
- Prospetto 14 - Requisiti di stabilità all'acqua di miscele stabilizzate con calce e cemento
- Prospetto 15 - Requisiti di resistenza al gelo di miscele stabilizzate con calce e cemento
- Prospetto 16 - Requisiti di idoneità delle miscele stabilizzate con calce, o calce e cemento
- Prospetto 17 – Requisiti delle terre e degli aggregati per trattamento di stabilizzazione a cemento
- Prospetto 18 – Requisiti di portanza dei trattamenti di stabilizzazione a cemento (piano di posa, rilevato, sottofondo)
- Prospetto 19 - Requisiti di resistenza a compressione dei trattamenti di stabilizzazione a cemento
- Prospetto 20 – Requisiti delle miscele sottoposte a trattamento di stabilizzazione
- Prospetto 21 – Requisito di portanza dello strato sottoposto a trattamento di stabilizzazione 35
- Prospetto 22 - Requisiti degli aggregati grossi naturali e/o industriali per miscele legate a cemento 39
- Prospetto 23 - Requisiti degli aggregati grossi riciclati per miscele legate a cemento 39
- Prospetto 24 - Requisiti degli aggregati fini naturali e/o industriali per miscele legate a cemento 40
- Prospetto 25 - Requisiti degli aggregati fini riciclati per miscele legate a cemento 40
- Prospetto 26 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nella produzione di miscele legate a cemento 41
- Prospetto 27 – Distribuzioni granulometriche (fusi) di miscele legate a cemento per fondazione 42
- Prospetto 28 – Requisiti meccanici delle miscele legate a cemento (misti cementati) 43
- Prospetto 29 – Requisiti dello strato di miscele legate a cemento (misti cementati) 46
- Prospetto 30 -Requisiti di qualificazione dei laboratori 47
- Prospetto 31 – Controllo periodico dei requisiti di idoneità dei materiali per miglioramenti e stabilizzazioni 49
- Prospetto 32 – Controllo periodico dei requisiti di idoneità dei materiali per misti cementati 49
- Prospetto 33 – Frequenze di controllo in fase di esecuzione di trattamenti di miglioramento 50
- Prospetto 34 - Frequenze di controllo in fase di esecuzione di stabilizzazione 50
- Prospetto 35 - Frequenze di controllo in fase di posa dei misti cementati 51
- Prospetto 36 – Elenco delle schede prodotto (Misti cementati) 53

GLOSSARIO DEI TERMINI

Di seguito sono riportati i termini riferiti alla presente Parte delle prescrizioni tecniche, per i termini generali si rimanda al glossario dell'introduzione.

Compattezza [da norma UNI EN 14227-1:2013]: rapporto tra volume assoluto del solido e il volume apparente della miscela

Legante [da norma UNI 11531-2:2021]: materiale di origine inorganica o organica che, a contatto con acqua, o altro liquido o aria, forma una pasta o pellicola più o meno spessa, che acquista nel tempo proprietà di indurire ed aderire ai materiali con cui viene a contatto, rendendoli in grado di resistere a sollecitazioni meccaniche e ad agenti fisici e chimici. I leganti utilizzati nella costruzione di infrastrutture possono essere organici (fondamentalmente idrocarburici o polimerici, non rientranti nell'oggetto della presente norma), idraulici o aerei.

Legante idraulico [da norma UNI 11531-2:2021]: legante che fa presa e indurisce per azione idraulica. Può essere costituito, a titolo indicativo, da cemento, scorie d'alto forno granulate, ceneri volanti.

Legante aereo [da norma UNI 11531-2:2021]: legante che indurisce all'aria. Può essere costituito, a titolo indicativo, da cemento magnesiaco, calce, gesso.

Materiale granulare *migliorato* (miscela granulare *migliorata*) [da norma UNI 11531- 2:2021]: materiale granulare addizionato con leganti o altre sostanze, al fine di elevarne le qualità geotecniche e/o facilitarne il costipamento, conservandone dopo il trattamento la caratteristica di assorbimento granulare, benché con una distribuzione granulometrica eventualmente differente. L'effetto del *miglioramento* si valuta sulla base delle modifiche dei parametri geotecnici (a titolo indicativo, granulometria, rigonfiamento, indice di portanza CBR, resistenza al taglio, compressibilità e portanza in opera, ecc.)

Materiale granulare *stabilizzato* (miscela granulare *stabilizzata*) [da norma UNI 11531-2:2021]: materiale granulare trattato con legante, al fine di conseguire, dopo un certo tempo di maturazione, legami stabili caratterizzati da resistenze meccaniche, misurabili con apposite prove (a titolo indicativo, compressione ad espansione laterale libera, modulo, ecc.), che permangono anche dopo prolungata immersione in acqua.

Miscela granulare [da norma UNI 11531-2:2021]: Assortimento dimensionale di diverse tipologie di materiale granulare e/o aggregati.

Miscela granulare legata con legante idraulico e/o aereo [da norma UNI 11531- 2:2021]: miscela granulare che fa presa e indurisce per reazione del legante di apporto o per aggiunte che attivano reazione pozzolanica.

Miscela legata con cemento per fondi e sottofondi stradali [da norma UNI EN 14227-1:2013]: miscela granulare legata con leganti idraulici nella quale il legante è il cemento.

Misto cementato: miscele di aggregati legate con cemento.

Rapporto di snellezza [da norma UNI EN 14227-1:2013]: rapporto tra altezza e diametro del provino.

Terreno stabilizzato con leganti idraulici [da norma UNI EN 14227-15:2015]: miscela stabilizzata di terreno e acqua che fa presa e indurisce mediante reazione idraulica.

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

CBR = Indice di portanza (California Bearing Ratio)

CBR_{PN} = Indice di portanza CBR di campioni compattati secondo Proctor Normale

CIC = Consumo Iniziale di Calce

G_v = Rigonfiamento volumetrico di un provino

E = Modulo di elasticità

HRB = legante per usi stradali (Hydraulic Road Binder)

k = modulo di reazione (coefficiente di Winkler)

IPI = Indice di Portanza Immediato

LS = Rigonfiamento lineare di un provino CBR

MC = Misto cementato

P = Polverizzazione

R = Resistenza a compressione o a trazione

RA = conglomerato bituminoso di recupero (Reclaimed Asphalt)

R_c = Resistenza a compressione

R_t = Resistenza a trazione diretta

R_{ti} = Resistenza a trazione indiretta

TM = Trattamento di miglioramento

TS = Trattamento di stabilizzazione

W = Contenuto di acqua

1. CLASSIFICAZIONE E QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI LEGATI

La presente parte delle prescrizioni tecniche per l'esecuzione delle opere di costruzione del corpo stradale specifica i requisiti di accettazione degli strati in materiale legato.

Sono riportate le informazioni di base per la corretta selezione dei prodotti e lavorazioni, qualifica e controllo delle miscele granulari legate con legante idraulico, impiegate nella realizzazione degli strati di un corpo stradale.

CLASSIFICAZIONE DI MATERIALI E DELLE TECNOLOGIE COSTRUTTIVE

I materiali legati impiegati nelle opere di costruzione stradale sono classificati in base ai tipi di materiale utilizzato, al tipo di legante e al tipo di lavorazione.

In particolare, i materiali e le lavorazioni sono classificati nelle seguenti categorie:

- trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione di terreni (o terre) e di miscele granulari (paragrafi 2 e 3);
- strati di miscele granulari legate a cemento o misti cementati (paragrafo 4).

1.1.1 TRATTAMENTI DI TERRE E MISCELE GRANULARI

1.1.1.1 Classificazione dei trattamenti e finalità

Le tecniche di trattamento di terre e miscele granulari si basano sull'utilizzo di vari tipi di legante, idraulico e/o aereo. Il riferimento normativo per la qualificazione e caratterizzazione dei materiali costituenti e delle lavorazioni è la norma tecnica UNI EN 14227 parte 15, non armonizzata.

La finalità principale delle tecnologie di trattamento si basa sulla gestione ottimale dei terreni e delle terre con valorizzazione dei materiali in sito e conseguente riduzione della movimentazione e conferimento a impianti di lavorazione o smaltimento finale.

Le operazioni di trattamento di una terra o di miscele granulari si dividono in due categorie: miglioramenti e stabilizzazioni.

Il **miglioramento** è finalizzato agli effetti di breve termine prodotti dal trattamento del materiale con legante, effettuato per favorirne il costipamento in presenza di condizioni che possono compromettere l'utile avanzamento dei lavori. Ad esempio, un trattamento di miglioramento può essere utilmente adottato in presenza di un terreno plastico che si trova in condizioni di stato umide, tali da impedire temporaneamente il suo impiego in rilevato; l'obiettivo del trattamento è di modificare le caratteristiche geotecniche (riduzione del contenuto di acqua e della plasticità con incremento della consistenza) al fine di migliorare la compattabilità e rendere possibile la posa in opera, senza interruzione dei lavori. Tuttavia, tale trattamento rimane modesto poiché risulta instabile, a lungo termine,

in presenza di acqua. **Il trattamento di miglioramento deve assicurare prestazioni immediate.**

La **stabilizzazione** è finalizzata al conseguimento di non trascurabili proprietà meccaniche, durevoli e non significativamente modificabili a seguito di contatto con acqua, conseguenti alla presa e indurimento per reazione idraulica. Tale trattamento è riservato a miscele che trovano impiego in parti soggette a significative sollecitazioni indotte dalla circolazione anche in presenza di acqua e di eventi gelivi. **Il trattamento di stabilizzazione deve assicurare prestazioni a lungo termine.**

Nel prospetto 1 sono riportate le indicazioni di riferimento per la corretta selezione del tipo di trattamento (miglioramento o stabilizzazione) in base all'elemento costruttivo del corpo stradale.

Prospetto 1 – Applicazione dei trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione in base all'elemento costruttivo

ELEMENTO COSTRUTTIVO	PECULIARITA' DEL TRATTAMENTO	TIPO DI TRATTAMENTO
FONDAZIONE	Trattamento della parte inferiore della sovrastruttura (esistente) per incrementare la portanza e raggiungere i requisiti richiesti	Stabilizzazione
TRINCEE	In assenza del rilevato può essere previsto il trattamento del terreno in sito in caso di basse caratteristiche geotecniche richieste	Stabilizzazione
RILEVATI E SOTTOFONDI	Trattamento dei materiali provenienti dagli scavi aventi caratteristiche geotecniche non idonee che, a seguito di trattamento, risultano conformi alle caratteristiche richieste	Miglioramento Stabilizzazione
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Trattamento dei terreni di posa dei rilevati come alternativa alla sostituzione o semplice stabilizzazione granulometrica. La tecnica da adottare dipende dalle caratteristiche di lavorabilità (es. eccesso di umidità in fase di lavorazione) e dalle caratteristiche geotecniche richieste	Miglioramento Stabilizzazione
PISTE DI CANTIERE	Trattamento di terre presenti in cantiere per la realizzazione di piste provvisorie di accesso	Miglioramento

1.1.1.2 Scelta del tipo di legante idraulico per i trattamenti

L'individuazione del tipo di legante idraulico da impiegare per i trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione dipende sostanzialmente dalle caratteristiche delle terre e delle miscele granulari disponibili per la realizzazione dell'opera. Costituisce riferimento di base la classificazione delle terre definita nella norma UNI 11531 parte 1 e riportata nella delle presenti prescrizioni tecniche specifica per i materiali non legati (PARTE A - Strati in materiali non legati, punto 1.2.3.2).

Il prospetto 2 riporta il tipo di legante da utilizzare in base alle caratteristiche del materiale da sottoporre a trattamento, raggruppato per Gruppo di classificazione delle terre secondo la norma UNI 11531 parte 1.

Prospetto 2 – Classificazione delle terre e tipo di legante per esecuzione trattamento

GRUPPO DI TERRE	LEGANTE IDRAULICO	INDICAZIONI
FINI ARGILLOSE molto plastiche (A6, A7)	– sola calce	Per terre con indice di plasticità $I_p \geq 20$
FINI LIMO-ARGILLOSE mediamente plastiche (A6, A7)	calc e o calce e cemento	Per terre con indice di plasticità $I_p < 20$ Tipo di legante in base al contenuto di fino argilloso
FINI LIMOSE (A4, A5)	calce e cemento o cemento	Tipo di legante in base alla plasticità del passante al setaccio 0,063mm e al tipo di cemento/calce
TERRE GRANULARI Sensibili all'acqua (A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A1-b)	calce e cemento o cemento	Tipo di legante in base alla quantità e plasticità del fino
TERRE GRANULARI Insensibili all'acqua (A3, A1-a A1-b)	–σολο χεμεντο	Trattamento con controllo della distribuzione granulometrica indicato per incrementare le prestazioni strutturali

1.1.2 MISCELE GRANULARI LEGATE A CEMENTO (misti cementati)

Le miscele granulari legate a cemento (o misti cementati) specificate nelle presenti prescrizioni tecniche sono impiegate nella costruzione della fondazione stradale tipica delle sovrastrutture stradali semirigide. Il materiale è costituito da aggregati, naturali e/o riciclati e/o industriali, eventuale granulato di conglomerato bituminoso, cemento e acqua.

Le tecniche di produzione delle miscele granulari legate sono assimilabili alla produzione di conglomerato cementizio normalmente prodotto con processi industrializzati fissi in stabilimenti (esterni al cantiere) o, in alcuni casi, prodotto con impianti semoventi appositamente installati nel cantiere di impiego del prodotto.

L'industrializzazione del processo, basata sul controllo di qualità con metodi statistici, richiede il monitoraggio continuo dei materiali impiegati, delle apparecchiature utilizzate nella produzione, delle fasi della produzione e del prodotto finale.

Il trasporto del materiale può essere effettuato mediante autobetoniere, che ne consentono anche la miscelazione, oppure, nel caso di impianti dotati di mescolatore, possono essere utilizzati veicoli del tipo a cassone ribaltabile, identici a quelli impiegati per il trasporto di altri materiali (es. conglomerati bituminosi). La criticità correlata al trasporto è costituita dall'intervallo di tempo intercorrente tra la produzione del materiale e la posa in opera che possibilmente dovrebbe avvenire entro un'ora e mezza e comunque tale da evitare l'innesco della fase di indurimento della miscela, prima della stesa.

La fase di posa in opera delle miscele avviene con impiego di finitrici stradali, uguali a quelle impiegate per la posa del conglomerato bituminoso, e compattate con rulli vibranti e gommati.

Il riferimento normativo per la qualificazione e caratterizzazione dei materiali costituenti e delle lavorazioni è la norma tecnica UNI EN 14227 parte 1, non armonizzata.

La tecnologia consente di incrementare la portanza della sovrastruttura utilizzando materiali anche di recupero.

1.2 NORME DI QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI E DEI MATERIALI COSTITUENTI

Le miscele granulari legate ed i relativi materiali costituenti devono essere idonei all'impiego specifico e devono soddisfare i requisiti tecnici e ambientali applicabili in base all'origine del materiale.

Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio. Stabilisce le regole per la marcatura CE dei prodotti da costruzione.

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". E' il riferimento per la qualificazione dei materiali e per la marcatura CE dei prodotti. Definisce i procedimenti normati per la determinazione dei requisiti. Non definisce i valori di accettazione dei requisiti.

Decreto Ministeriale 11 aprile 2007 "Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati". Definisce i requisiti obbligatori dei materiali che il produttore deve determinare ai fini della marcatura CE.

Norma tecnica UNI 11531 parte 1 "Criteri per l'impiego dei materiali - Terre e miscele di aggregati non legati". E' un supporto per la redazione dei capitolati degli aggregati naturali e terre, mentre è il riferimento cogente per la cessazione della qualifica dei rifiuti degli aggregati riciclati in conformità al DM 152/2022. Fissa i requisiti dei prodotti in base all'impiego dei prodotti.

Norma tecnica UNI 11531 parte 2 “Criteri per l’impiego dei materiali – Materiali granulari e miscele di aggregati legati con leganti idraulici e aerei”. E’ un supporto per la redazione dei capitolati degli aggregati naturali e terre, mentre è il riferimento cogente per la cessazione della qualifica dei rifiuti degli aggregati riciclati in conformità al DM 152/2022. Fissa i requisiti dei prodotti in base all’impiego dei prodotti.

Decreto Ministero della Transizione Ecologica 27 settembre 2022, n. 152 “Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell’articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152”. Stabilisce i requisiti di qualificazione e idoneità degli aggregati riciclati in base agli utilizzi.

Decreto Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territori e del Mare 28 marzo 2018, n. 69 “Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell’articolo 184 -ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.”. Stabilisce i requisiti di qualificazione e idoneità del conglomerato bituminoso di recupero proveniente dalla demolizione delle pavimentazioni in base agli utilizzi (in gergo “fresato”).

Norma, non armonizzata, UNI EN 14427 parte 1 “Miscele granulari legate con cemento per fondi e sottofondi stradali”. E’ il riferimento per la qualificazione dei materiali costituenti e dei prodotti e per la determinazione delle prestazioni (riferimento per misti cementati).

Norma, non armonizzata, UNI EN 14427 parte 15 “Terreno stabilizzato con legante idraulico”. E’ il riferimento per la qualificazione dei materiali e dei trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione.

Specifico tecnica UNI /TS 11688 “Criteri di qualificazione e impiego del conglomerato bituminoso di recupero proveniente dalla rimozione di pavimentazioni esistenti”. E’ il riferimento per la qualificazione delle caratteristiche tecniche del granulato di conglomerato bituminoso.

In particolare, le norme di riferimento da applicare per la qualificazione e idoneità di prodotti e lavorazioni sono riportate nel prospetto 3.

Prospetto 3 – Norme di qualificazione dei prodotti impiegati negli strati legati

	NORME DI QUALIFICAZIONE E IDONEITA’
--	--

LAVORAZIONE/PRODOTTO	UNI 11531-2	UNI EN 14227-1	UNI EN 14227-15	CPR 305/11 (Marcatura CE)
TRATTAMENTO DI MIGLIORAMENTO	X	n.a.	X	n.a.
TRATTAMENTO DI STABILIZZAZIONE	X	n.a.	X	n.a.
MISTO CEMENTATO	X	X	n.a.	n.a.

Le norme di riferimento da applicare per la qualificazione dei materiali costituenti sono riportate nel prospetto 4.

Prospetto 4 - Norme di qualificazione dei materiali costituenti i prodotti impiegati negli strati legati

MATERIALE	IMPIEGO			NORME DI QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI		
	MIGLIORAMENTO	STABILIZZAZIONE	MISTI CEMENTATI	NORME TECNICHE	NORME AMBIENTALI	MARCATURA CE (CPR 305/11)
AGGREGATI NATURALI	-	X	X	UNI EN 13242 DM 11.04.2007 UNI 11531-2	-	obbligatoria
AGGREGATI RICICLATI	-	-	X	UNI EN 13242 DM 11.04.2007 UNI 11531-2	DM 152/2022 (Allegato 2)	obbligatoria
AGGREGATI INDUSTRIALI	-	-	X	UNI EN 13242 DM 11.04.2007 UNI 11531-2	D.Lgs. 152/2006 D.M. .02.02.98	obbligatoria
GRANULATO DI CONGLOMERATO	-	-	X	UNI/TS 11688	DM 69/20.18	n.a.
TERRE	-	X ¹⁾	X	UNI 11531-1 e 2	DM 152/2022 DM 120/2017 ¹⁾	n.a.
CALCE	X	X	-	UNI EN 459-1	-	obbligatoria
CEMENTO	X	X	X	UNI EN 197-1	-	obbligatoria
ACQUA	X	X	X	UNI EN 1008	-	-

NOTE
¹⁾ Le terre possono essere impiegate nella realizzazione delle stabilizzazioni solo se gestite come sottoprodotti

Nel caso di aggregati riciclati e di aggregati industriali i prodotti devono provenire esclusivamente da impianti regolarmente autorizzati per l'esercizio delle attività di recupero e trattamento dei rifiuti secondo le norme vigenti.

1.3 MISCELE GRANULARI LEGATE E IMPIEGHI PREVISTI

Le miscele granulari legate specificate nelle presenti prescrizioni tecniche sono codificate come definito nel prospetto 5.

Prospetto 5 – Codifica delle miscele granulari legate

LAVORAZIONE	STRATO	CODICE ¹⁾	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	D _{max} (mm)	PUNTO
MISTO CEMENTATO	Fondazione	MC-31,5	Miscela granulare legata a cemento 0/31,5	31,5	4
		MC- 20	Miscela granulare legata a cemento 0/20	20	
		MC-14	Miscela granulare legata a cemento 0/14	14	
TRATTAMENTO DI STABILIZZAZIONE	Fondazione Rilevato Piano di posa	TS-Cal	Terreni e materiali granulari stabilizzati a calce	-	3
		TS-CC	Terreni e materiali granulari stabilizzati a calce e cemento	-	
		TS-Cem	Terreni e materiali granulari stabilizzati a cemento	-	
TRATTAMENTO DI MIGLIORAMENTO	Rilevato Piano di posa Piste cantiere	TM	Terreni migliorati con leganti idraulici	-	2
LEGENDA TM = Trattamento di miglioramento; TS = trattamento di stabilizzazione; Cal = calce; CC = calce e cemento; Cem = cemento MC = Misto cementato					

Il posizionamento degli strati nel corpo stradale è descritto e illustrato nell'introduzione delle presenti prescrizioni tecniche al punto 3.

1.4 CAMPO PROVE

Nel caso di trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione, ad esclusione di opere provvisorie (es. piste di cantiere) dovrà essere condotta una sperimentazione in vera grandezza (campo prove). Le prove sono condotte allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, o similari, gli spessori di stesa, il numero di passaggi e la regolazione dei sistemi di dosaggio e di compattazione che permettono di raggiungere le prestazioni prescritte per ciascuna lavorazione. La sperimentazione in vera grandezza deve riprodurre le geometrie di effettivo impiego e riguardare ogni tipologia di materiale che si intende utilizzare.

Il sito del campo prove può essere anche compreso nell'area di ingombro del corpo stradale in fase di realizzazione: in questo caso dopo la sperimentazione sono eventualmente demolite le sole parti del manufatto non accettabili, sulla base delle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

La sperimentazione deve essere comunque completata prima di avviare l'esecuzione dell'opera, per essere di conferma e di riferimento nella conduzione delle lavorazioni; in

ogni caso, se applicata a materiali e/o strati diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera.

Le modalità operative per l'esecuzione del campo prove con impiego di materiali non legati e per l'adozione di prove speditive e/o ad alto rendimento devono essere conformi alla norma UNI 11531 parte 1 e alla norma UNI 11531 parte 2, per quanto applicabili.

2. TRATTAMENTI DI MIGLIORAMENTO CON LEGANTI IDRAULICI

Il trattamento di miglioramento è svolto in situ e può essere applicato nella formazione dei rilevati e sottofondi, nella predisposizione del piano di posa (dei rilevati) e nella

realizzazione di piste provvisorie di cantiere atte a consentire la regolare circolazione delle macchine operatrici e mezzi di trasporto. Il trattamento delle terre con leganti idraulici migliora la lavorabilità e le caratteristiche necessarie alla posa delle miscele.

Il trattamento mediante miglioramento di un terreno è designato come segue:

TM	TERRENI MIGLIORATI CON LEGANTE IDRAULICO
-----------	---

I terreni possono essere trattati con cemento e/o calce, viva o idrata. La calce è impiegata nel miglioramento di terreni che contengono, a sufficienza, componenti argillose o pozzolaniche che possano reagire sviluppando legami tra i grani, in conseguenza di scambi ionici e di fenomeni di agglomerazione e flocculazione, determinando modificazioni della struttura mineralogica e, a lungo termine, litosintesi.

La terra deve essere priva di elementi di grosse dimensioni che possano impedire l'azione dei mezzi di miscelazione. L'attitudine al trattamento, differenziata in relazione alla destinazione del materiale, deve risultare da apposito studio preliminare di laboratorio (rif. punto 2.3).

Le miscele sono qualificate in conformità alla norma tecnica UNI EN 14227 parte 15 "Terreno stabilizzato con legante idraulico" e si basano sulle indicazioni della norma tecnica UNI 11531 parte 2 Materiali granulari e miscele di aggregati legati con leganti idraulici e aerei.

2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI PER IL TRATTAMENTO DI MIGLIORAMENTO

I materiali necessari per il trattamento di miglioramento sono:

- terreni (o terre);
- leganti idraulici (calce e/o cemento).

Non è ammesso l'utilizzo di altri tipi di legante.

2.1.1 REQUISITI DEI TERRENI

I terreni da sottoporre ad operazione di trattamento per miglioramento devono soddisfare i requisiti geometrici e fisici definiti nel prospetto 6.

Prospetto 6 – Requisiti geometrici e fisici delle terre e materiali granulari per trattamento di miglioramento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	TERRE
------------------	--------------	--------------	-----------	--------------

Classificazione delle terre in gruppi	UNI 11531-1	-	-	- terre fini argillose, appartenenti ai gruppi A6 e A7; - limi, appartenenti ai gruppi A4 e A5; - ghiaie e sabbie argillose, appartenenti ai gruppi A2-6 e A2-7, se la frazione passante al setaccio 0,4mm è superiore al 35%.
Dimensione massima ¹⁾ Passante al setaccio 0,063mm	UNI EN 933-1 UNI EN 933-1	Dmax	mm	63
Contenuto di materia organica (perdita per calcinazione)	UNI EN 1744-1	-	%	< 4 (per rilevato) < 2 (per sottofondo)
Contenuto di solfato e solfuro ²⁾	UNI EN 1744-1	AS S	%	< 0,5 max 1,0 (per rilevato) < 0,25 max 0,5 (per sottofondo)
NOTE				
¹⁾ Requisito auspicabile, non prescrittivo ²⁾ I valori massimi sono accettati se risultano verificati i requisiti prestazionali e di rigonfiamento volumico accelerato Gv (UNI EN 13286-49)				

2.1.2 REQUISITI DEI LEGANTI PER TRATTAMENTO DI MIGLIORAMENTO

I leganti idraulici utilizzati per le operazioni di trattamento per miglioramento sono calce calcica aerea, in forma di calce viva o idrata o liquida, e cemento Portland.

I leganti idraulici impiegati devono essere qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 459 "Calci da costruzione - Parte 1: Definizioni, specifiche e criteri di conformità";
- Norma tecnica UNI EN 197 "Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".

2.2 REQUISITI DI PORTANZA E DI IDONEITA' DEI MATERIALI

2.2.1 REQUISITI DI PORTANZA

In caso di materiali argillosi la presenza di calce produce immediatamente una riduzione del contenuto di d'acqua e fenomeni di flocculazione che migliorano la resistenza al taglio evidente per l'incremento dell'indice di portanza immediata (IPI). La presenza di cemento induce effetti come la presa e indurimento nello sviluppo di reazioni pozzolaniche con prestazioni significative anche a breve termine (tra 7 e 14 giorni).

Per valutare l' idoneità delle terre ad essere impiegate nei trattamenti di miglioramento l' impresa deve procedere con uno studio preliminare del trattamento condotto in laboratorio finalizzato a determinare le curve di variazione dell'Indice di Portanza Immediata (IPI) e la densità secca (Proctor Normale), in funzione del contenuto di acqua e del dosaggio in legante di apporto.

Nel caso di trattamento di miglioramento dei terreni fini a sola calce, relativi i requisiti minimi dell'indice di portanza immediata (IPI), determinato secondo la norma UNI EN 13286-47, devono soddisfare quanto riportato nel prospetto 7, in base alle caratteristiche di plasticità del materiale interessato dal trattamento.

Prospetto 7 - Valori minimi dell'Indice di Portanza Immediata IPI per l'impiego delle terre fini trattate con calce

REQUISITO (in base allo strato) CAMPI DI PLASTICITA' I_p DELLA TERRA	GRUPPI DI CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (secondo UNI 11531-1)		
	A4 e A5 $I_p < 12$	A6 e A7 $12 \leq I_p < 25$	A6 e A7 $25 \leq I_p < 40$
Indice di portanza immediata IPI Bonifica ¹⁾ del piano di posa del rilevato	8 - 16	6 - 12	5 - 8
Indice di portanza immediata IPI Strati della parte inferiore del rilevato	10 - 20	7 - 15	5 - 10
Indice di portanza immediata IPI Strati della parte superiore del rilevato	12 - 25	13 - 20	10 - 15

NOTA:
Per le miscele destinate agli strati della parte superiore del rilevato deve essere verificato che risulti:
 $CBR_{PN} / IPI \geq 1,0$ (dove CBR_{PN} è l'indice di portanza CBR di campioni compattati secondo Proctor Normale e portati a rottura dopo 4 giorni di immersione in acqua).

PRECISAZIONE
¹⁾ per "bonifica" si applica la definizione tratta dalla norma tecnica UNI 11531-1:2014 (vedi glossario dei termini)

Nel caso di trattamento di miglioramento dei terreni a calce e cemento di terre granulari sensibili all'acqua, i requisiti minimi dell'indice di portanza immediata (IPI) delle terre devono soddisfare quanto riportato nel prospetto 8, in base alle caratteristiche di plasticità del materiale interessato dal trattamento.

Prospetto 8 - Valori minimi dell'Indice di Portanza Immediata IPI per l'impiego delle terre granulari sensibili all'acqua trattate con calce e cemento

REQUISITO (in base allo strato) CAMPI DI PLASTICITA' I_p DELLA TERRA	GRUPPI DI CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE (secondo UNI 11531-1)		
	A1-b $I_p < 6$	A2-4 e A2-5 $6 \leq I_p \leq 10$	A2-6 e A2-7 $I_p > 10$
Indice di portanza immediata IPI Strati della parte inferiore del rilevato	20 - 30	15 - 20	10 - 16
Indice di portanza immediata IPI Strati della parte superiore del rilevato	22 - 33	18 - 23	12 - 18

NOTA:
Per le miscele destinate agli strati della parte superiore del rilevato deve essere verificato che risulti:
 $CBR_{PN} / IPI \geq 1,0$ (dove CBR_{PN} è l'indice di portanza CBR di campioni compattati secondo Proctor Normale e portati a rottura dopo 4 giorni di immersione in acqua).

In entrambi i casi, terre fini e terre granulari sensibili all'acqua, deve essere verificato che l'umidità minima della miscela, W_{min} , prima del costipamento, risulti non inferiore al 90% dell'umidità ottimale Proctor Normale ($W_{min} \geq 0,9 W_{OPN}$). Si precisa che l'umidità ottimale Proctor deve essere determinata in conformità alla norma UNI EN 13286 parte 2 secondo il procedimento Normale o Standard (energia specifica di $0,6 \text{MJ/m}^3$).

2.2.2 REQUISITI DI IDONEITÀ DELLE MISCELE

Le caratteristiche di idoneità della miscela dovranno soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 9, in base alla posizione del trattamento di miglioramento.

Prospetto 9 - Requisiti di idoneità delle miscele migliorate con legante idraulico

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
				Parte inferiore del rilevato	Parte superiore del rilevato	Strato di sottofondo
Densità (Proctor Normale)	UNI EN 13286-2	λ_{OPN}	% g/cm ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Grado di polverizzazione (dimensione dei grumi)	UNI EN 14227-15 e UNI EN 13286-48	P	%	60	60	60
Stabilità all'acqua (Rapporto Ri / R)	UNI EN 14227-15 (punto 9.1.2)	I	-	0,6	0,6	0,7
Rigonfiamento lineare	UNI EN 13266-47 (punto 9.1.3)	LS	mm	1	1	1
Rigonfiamento volumetrico	UNI EN 13266-49	Gv	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10
NOTE						
W_{min} umidità minima della miscela prima del costipamento W_{OPN} umidità Proctor Normale						

2.3 STUDIO PRELIMINARE DI MISCELA

Lo studio preliminare di miscela deve essere condotto per determinare il contenuto ottimale di legante e di acqua aggiunta al fine di soddisfare i requisiti di portanza e di idoneità definiti per il trattamento di miglioramento.

Lo studio deve essere documentato con apposito fascicolo comprensivo della seguente documentazione: rapporti di prova delle caratteristiche dei materiali costituenti e percentuali di impiego, rapporti delle prove eseguite per la determinazione del dosaggio di legante e di acqua, rapporti delle prove per la verifica di conformità ai requisiti richiesti, Dichiarazione di prestazione dei materiali, ove ricorra l'obbligo di marcatura CE dei prodotti.

La quantità di legante idraulico necessaria per soddisfare i requisiti di portanza richiesti deve essere determinata mediante studio preliminare come di seguito specificato.

Lo studio del trattamento deve essere fatto con almeno due e, se necessario, tre dosaggi di ossido di calce (CaO) superiori del valore di Consumo Iniziale di Calce (CIC), determinato in conformità alla norma AST D6276-99a; per ogni dosaggio si devono contemplare non meno di cinque contenuti di acqua che esplorino il campo di umidità prevedibile in cantiere

al momento dei lavori. Nel caso di impiego di calce e cemento, il contenuto di calce non dovrà essere inferiore al CIC e, in ogni caso, non inferiore al 2,0%.

2.4 MODALITA' DI ESECUZIONE DEI TRATTAMENTI DI MIGLIORAMENTO

L'esecuzione dei trattamenti mediante miglioramento si svolgono in situ con impiego di idonei macchinari, approvati dalla Direzione Lavori, costituiti da: autocarro con cisterna per il legante dotata di spanditrice, autobotte per la spruzzatura dell'acqua, eventuale livellatrice, almeno due rulli per la compattazione e una macchina stabilizzatrice (pulvimixer) dotata di albero rotante orizzontale. Prima dell'esecuzione del trattamento di miglioramento è necessario procedere con la scarificazione e rimozione del terreno vegetale.

I macchinari per la distribuzione ed il dosaggio del legante e dell'acqua nonché la macchina per la miscelazione dovranno avere una larghezza operativa adeguata ed essere dotati di sistemi di dosaggio controllato dei materiali che saranno aggiunti.

La lavorazione richiede una corretta gestione di umidità delle miscele al fine di assicurare il raggiungimento delle caratteristiche meccaniche e di portanza del materiale migliorato. Se la miscela non rispetta il contenuto di acqua minimo determinato mediante studio di miscela (punto 2.3) occorre provvedere all'incremento della quantità di acqua, preferibilmente durante la fase di miscelazione, curandone l'adeguata distribuzione.

Il materiale, dopo il passaggio della miscelatrice, dovrà presentarsi omogeneo (senza grumi o vespai) con legante ben disperso. Le strisciate devono essere sovrapposte per almeno 15cm.

La taratura delle macchine spanditrici di legante deve essere effettuata facendo transitare la macchina sopra una superficie sulla quale sono posati teli (o contenitori) di dimensioni note e pesando la quantità di legante che viene raccolta da ciascuno, al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina.

L'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto.

La compattazione dovrà avvenire mediante l'impiego di un rullo gommato con carico statico superiore a 24t e da un rullo con cilindri metallici con peso superiore a 18t; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino al raggiungimento dell'addensamento previsto.

Il trattamento di miglioramento deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 5°C, in condizioni di pioggia e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

In fase di realizzazione deve essere posta particolare attenzione a non realizzare strati di compattazione di dimensioni eccessive che possano pregiudicare le caratteristiche dello strato finito. Il trattamento di miglioramento non deve avere spessore superiore di 30cm. Nel caso si debbano trattare spessori fino a 40cm si deve intervenire a strati.

2.5 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI TRATTAMENTI DI MIGLIORAMENTO

In fase di esecuzione le miscele dovranno soddisfare i requisiti di portanza e di idoneità riepilogati nel prospetto 10.

Prospetto 10 – Requisiti delle miscele sottoposte a trattamento di miglioramento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
				Parte inferiore del rilevato	Parte superiore del rilevato	Strato di sottofondo
Rapporto densità secca in situ su intero spessore (densità massima / densità Proctor)	UNI EN 13286-2	-	-	> 0,97	> 0,97	> 1,00
Rapporto densità secca in situ su parte inferiore o superiore dello strato (densità massima / densità Proctor)	UNI EN 13286-2	-	-	> 0,95	> 0,95	> 0,97
Grado di polverizzazione (dimensione dei grumi)	UNI EN 14227-15 e UNI EN 13286-48	P	%	60	60	60
Stabilità all'acqua (Rapporto Ri / R)	UNI EN 14227-15 (punto 9.1.2)	I	-	0,6	0,6	0,7
Rigonfiamento lineare	UNI EN 13266-47 (punto 9.1.3)	LS	mm	1	1	1
Rigonfiamento volumetrico	UNI EN 13266-49	Gv	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Umidità minima di costipamento	UNI EN 13286-2 (punto 7.2)	W	-	0,9	0,9	0,9
CBR dopo 4 giorni di immersione in acqua	UNI EN 13286-47 (Proctor Normale)	CBR	-	≥ IPI	≥ IPI	≥ IPI
<p>NOTA</p> <p>Il materiale dovrà essere prelevato dalla fascia sottoposta a trattamento e preparato per l'esecuzione delle prove mediante pressa giratoria al taglio in campioni cilindrici con diametro di 100mm, nel caso il diametro massimo degli aggregati sia ≤20mm, o con diametro da 150mm, nel caso il diametro massimo degli aggregati sia >20mm. La configurazione della pressa deve essere: n. 100 rotazioni con forza di 600kPa e angolo di rotazione di 1,25°.</p>						

3. TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON LEGANTI IDRAULICI

Il trattamento di stabilizzazione è svolto in situ e può essere applicato nella formazione dei rilevati, dei sottofondi, delle fondazioni e nella predisposizione del piano di posa (dei rilevati).

Il trattamento mediante stabilizzazione di un terreno è designato come segue, in base al tipo di legante impiegato:

Stabilizzazione a calce:

TS-Cal	TERRE E MATERIALI GRANULARI STABILIZZATI CON CALCE
---------------	---

Stabilizzazione a calce e cemento:

TS-CC	TERRE E MATERIALI GRANULARI STABILIZZATI CON CALCE E CEMENTO
--------------	---

Stabilizzazione a cemento:

TS-Cem	TERRE E MATERIALI GRANULARI STABILIZZATI CON CEMENTO
---------------	---

I terreni possono essere trattati con calce, viva o idrata, se contengono a sufficienza componenti argillose o pozzolaniche che possano reagire sviluppando legami tra i grani, in conseguenza di scambi ionici e di fenomeni di agglomerazione e flocculazione, determinando modificazioni della struttura mineralogica e, a lungo termine, litosintesi.

La terra deve essere priva di elementi di grosse dimensioni che possano impedire l'azione dei mezzi di miscelazione. L'attitudine al trattamento, differenziata in relazione alla destinazione del materiale, deve risultare da apposito studio preliminare di laboratorio (rif. punto 3.1.2 e punto 3.2.2).

Le miscele sono qualificate in conformità alla norma tecnica UNI EN 14227 parte 15 "Terreno stabilizzato con legante idraulico" e si basano sulle indicazioni della norma tecnica UNI 11531 parte 2 "Materiali granulari e miscele di aggregati legati con leganti idraulici e aerei".

Nei paragrafi seguenti sono specificate le prescrizioni per la qualificazione e accettazione dei trattamenti di stabilizzazione in base al legante, calce o calce e cemento (punto 3.1) e cemento (punto 3.2).

3.1 TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE A CALCE O A CALCE E CEMENTO

3.1.1 MATERIALI PER STABILIZZAZIONI A CALCE O A CALCE E CEMENTO

I materiali impiegati per il trattamento di stabilizzazione di terre e materiali granulari sono:

-terre o terreni;

- aggregati di integrazione (naturali e/o riciclati);
- leganti idraulici (calce, cemento),
- acqua.

Non è ammesso l'utilizzo di altri tipi di legante.

3.1.1.1 Requisiti dei terreni e degli aggregati

I terreni (o terre) impiegati per l'esecuzione dei trattamenti di stabilizzazione devono essere qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Norma tecnica UNI 11531 "Criteri per l'impiego dei materiali Parte 1 terre e miscele di aggregati non legati";
- Norma tecnica UNI 11531 "Criteri per l'impiego dei materiali Parte 2 materiali granulari e miscele di aggregati legati con leganti idraulici";
- Norma tecnica UNI EN 14227 "Miscele legate con leganti idraulici Parte 15 Terreno stabilizzato con legante idraulico";

Gli aggregati, eventualmente aggiunti per la correzione della composizione granulometrica e/o per ottenere i requisiti di accettazione delle miscele richiesti, devono essere dotati di marcatura CE (livello VVCP 2+) e qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 (nel caso di aggregati naturali e di aggregati riciclati);
- Norma tecnica 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" (nel caso di impiego di aggregati, sia naturali che riciclati).
- Decreto Ministeriale 11 aprile 2007 "Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati" (nel caso di impiego di aggregati, sia naturali che riciclati).
- Decreto Ministero della Transizione Ecologica 27 settembre 2022, n. 152 "Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152" (nel caso di impiego di aggregati riciclati).

In particolare, le terre e gli aggregati da sottoporre ad operazione di trattamento per stabilizzazione, prima dell'aggiunta del legante, devono soddisfare i requisiti geometrici e fisici definiti nel prospetto 11.

Prospetto 11 – Requisiti delle terre e degli aggregati per trattamento di stabilizzazione a calce o calce e cemento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	TERRE	AGGREGATI
-----------	-------	-------	----	-------	-----------

Classificazione delle terre in gruppi	UNI 11531-1	-	-	terre fini argillose (A6 e A7; limi (A4 e A5); ghiaie e sabbie argillose, (A2-6 e A2-7, se il passante al setaccio 0,4mm è > 35%	-
Classificazione	UNI EN 13242	-	-	-	Valori dichiarati
Dimensione massima ¹⁾	UNI EN 933-1	Dmax	mm	63	63
Passante al setaccio 0,063mm	UNI EN 933-1	-	%	≥ 12	≥ 12
Contenuto di materia organica (perdita per calcinazione)	UNI EN 1744-1	-	%	< 4 (per rilevato) < 2 (per sottofondo)	-
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ²⁾	UNI EN 933-8	SE	%	-	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	-	≤ 45
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	-	≤ 2
Contenuto di solfato e solfuro ³⁾	UNI EN 1744-1	AS S	%	< 0,5 max 1,0 (per rilevato) < 0,25 max 0,5 (per sottofondo)	< 0,5 max 1,0 (per rilevato) < 0,25 max 0,5 (per sottofondo)
Contenuto sostanze ⁴⁾	DM 152/2022	-	-	-	Conforme alla Tabella 2 del DM 152/22
Rilascio sostanze ⁴⁾ (test cessione)	DM 152/2022	-	-	-	Conforme alla Tabella 3 del DM 152/22
NOTE					
¹⁾ Requisiti auspicabile, non prescrittivo					
²⁾ alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)					
³⁾ I valori massimi sono accettati se risultano verificati i requisiti prestazionali e di rigonfiamento volumico accelerato Gv (UNI EN 13286-49)					
⁴⁾ Solo per aggregati riciclati					

3.1.1.2 Requisiti dei leganti per trattamenti di stabilizzazione

I leganti idraulici utilizzati per le operazioni di trattamento di stabilizzazione sono calce calcica aerea, in forma di calce viva o idrata o liquida, e cemento Portland.

I leganti idraulici impiegati devono essere qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 459 "Calci da costruzione - Parte 1: Definizioni, specifiche e criteri di conformità";
- Norma tecnica UNI EN 197 "Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".

3.1.1.3. Requisiti dell'acqua

L'acqua non deve contenere impurità dannose come, ad esempio, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo argillose e qualsiasi altra sostanza nociva.

L'acqua deve essere conforma agli specifici contenuti della norma UNI EN 1008.

3.1.2 STUDIO PRELIMINARE PER TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON CALCE O CON CALCE E CEMENTO

Lo studio preliminare di miscela, condotto come specificato nei paragrafi seguenti (punti 3.1.2.1, 3.1.2.2), è finalizzato alla determinazione del contenuto ottimale di legante e di

acqua per assicurare il raggiungimento dei requisiti prestazionali richiesti in fase di esecuzione e in esercizio.

Deve essere documentato con apposito fascicolo comprensivo della seguente documentazione: caratteristiche dei materiali costituenti e percentuali di impiego, rapporti delle prove eseguite per la determinazione del dosaggio di legante, prove per la verifica di conformità ai requisiti richiesti, Dichiarazione di prestazione dei materiali.

3.1.2.1 Studio preliminare per stabilizzazione con sola calce

L'approccio progettuale per la qualificazione della stabilizzazione a calce di terre molto plastiche con elevato contenuto di argilla è differente rispetto all'approccio di qualificazione di miscele cementizie, basato sulla valutazione dei requisiti di resistenza a compressione e resistenza a trazione a breve termine (entro 60 giorni). Lo studio delle miscele stabilizzate a calce deve comprendere lo studio del comportamento a lungo termine.

Le caratteristiche della stabilizzazione con sola calce, definite mediante studio preliminare, devono soddisfare i requisiti di stabilità all'acqua e di resistenza al gelo.

La verifica di stabilità all'acqua è basata sulle prove di portanza, CBR e IPI, effettuate sulle miscele di pari composizione e densità, e risulta soddisfatta se conforme ad entrambi i requisiti riportati nel prospetto 12.

Prospetto 12 - Requisiti di stabilità all'acqua di miscele stabilizzate con calce

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Indice di portanza (CBR _{PN})	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 20
Rapporto indice di portanza CBR su Indice di portanza immediato IPI	UNI EN 13286-47	-	-	≥ 1
NOTA Prove da eseguire su miscele: 4 di pari composizione e densità 5 con umidità minima $W_{min} \geq 0,9 W_{OPN}$				

La verifica di resistenza al gelo è basata sulle prove di resistenza a compressione come definito nel prospetto 13.

Prospetto 13 – Requisiti di resistenza al gelo di miscele stabilizzate con calce

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
-----------	-------	-------	----	--------

Resistenza a compressione ¹⁾ (dopo maturazione di x giorni) ²⁾	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	≥ 2,5 (C _{2/2,5})
<p>NOTE</p> <p>¹⁾ valore medio di tre provini compattati all'umidità ottimale e alla densità del 98,5% di quella massima Proctor Normale</p> <p>²⁾ i giorni di maturazione "x" rappresentano il tempo che potrebbe intercorrere dalla fine delle operazioni di posa delle miscele e la data di probabile evento di gelo nei luoghi dei lavori; sono definiti dal Progettista/DL</p>				

3.1.2.2 Studio preliminare per stabilizzazione con calce e cemento

Nel caso di stabilizzazione con calce e cemento il progettista deve definire il tempo di lavorabilità ed il tempo di apertura degli strati sottoposti a trattamento alla circolazione dei mezzi di cantiere.

In particolare, i tempi di lavorabilità dipendono dalla temperatura ambientale e, generalmente, si richiedono da 4 ore a 6 ore dallo spandimento del cemento. I tempi di apertura al transito dei mezzi dipendono dalla fase di presa del cemento e, generalmente, si richiedono da 8 giorni a 10 giorni.

Il tempo di apertura (x) alla circolazione dei mezzi di cantiere è determinato in base alle prove di resistenza a compressione R_c secondo la norma UNI EN 13286-41, in modo che sia R_c (x) ≥ 1,0 MPa. La temperatura di maturazione dei campioni deve tenere conto della temperatura media ambientale del periodo di esecuzione dei lavori.

Nel caso la miscela sia sottoposta a traffico diretto in cantiere deve essere verificato che la resistenza a compressione R_c, non sia inferiore alla classe C0,8/1,0 come da classificazione della norma UNI EN 14227-15.

La stabilità all'acqua delle terre stabilizzate a calce e cemento deve essere valutata per comparazione della resistenza a compressione di provini stagionati in acqua e provini stagionati in aria considerando la qualità dei fini presenti (riferimento requisito valore di blu MB).

La verifica di stabilità all'acqua delle miscele stabilizzate a calce e cemento deve soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 14.

Prospetto 14 - Requisiti di stabilità all'acqua di miscele stabilizzate con calce e cemento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE (per terre con MB ≤ 5)	VALORE (per terre con MB > 5)
Rapporto di compressione (R _c 28+32i) / (R _c 60)	UNI EN 13286-41	-	-	> 0,8	> 0,6
DOVE: R _c 28 +32i è la resistenza a rottura per compressione di provini con maturazione in condizioni protette per 28 giorni e immersi in acqua per 32 giorni R _c 60 è la resistenza di provini maturati per 60 giorni in condizioni protette					

La stabilità al gelo è correlata al tempo di maturazione delle miscele e la conseguente resistenza al rigonfiamento prodotto dal gelo.

La verifica di stabilità al gelo delle miscele stabilizzate a calce e cemento deve soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 15.

Prospetto 15 - Requisiti di resistenza al gelo di miscele stabilizzate con calce e cemento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Resistenza a trazione indiretta (dopo maturazione di x giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	Rti	MPa	≥ 0,25
NOTE ¹⁾ tempo di maturazione delle miscele perché queste possano acquisire la necessaria resistenza al rigonfiamento prodotto dal gelo				

3.1.2.3 Requisiti di idoneità delle miscele con calce o con calce e cemento

Lo studio di miscela, oltre alle caratteristiche determinate per la stabilizzazione a sola calce (punto 3.1.2.1) o per la stabilizzazione a calce e cemento (punto 3.1.2.2), dovrà comprendere anche i requisiti di idoneità definiti nel prospetto 16, in base alla posizione del trattamento di stabilizzazione.

Prospetto 16 - Requisiti di idoneità delle miscele stabilizzate con calce, o calce e cemento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
				Parte inferiore del rilevato	Parte superiore del rilevato	Strato di sottofondo
Grado di polverizzazione (dimensione dei grumi)	UNI EN 14227-15 e UNI EN 13286-48	P	%	60	60	60
Stabilità all'acqua (Rapporto Ri / R)	UNI EN 14227-15 (punto 9.1.2)	I	-	0,6	0,6	0,7
Rigonfiamento lineare	UNI EN 13266-47 (punto 9.1.3)	LS	mm	1		1
Rigonfiamento volumetrico	UNI EN 13266-49	Gv	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10
NOTE W _{min} umidità minima della miscela prima del costipamento W _{OPN} umidità Proctor Normale						

3.1.2.4 Dosaggio della calce e dell'acqua

Il produttore deve stabilire il dosaggio della calce in funzione dell'Indice di Portanza Immediato (IPI) e del contenuto di acqua previsto al momento della messa in opera. La procedura comprende la sperimentazione su più miscele, secondo la seguente metodologia:

- a) determinazione del consumo iniziale di calce C.I.C. (quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni pozzolaniche) secondo la norma ASTM C 977-92;
- b) stabilito il valore di C.I.C., si procede con la preparazione di più miscele, considerando almeno tre percentuali di calce e, per ogni dosaggio, non meno di cinque contenuti di acqua. In ogni caso la percentuale di calce non deve essere inferiore al 2% (riferito al peso del secco del terreno);
- c) esecuzione delle seguenti prove
 - c1) studio di costipamento Proctor secondo la norma UNI EN 13286-2,

c2) studio per la determinazione dell'Indice di Portanza Immediata IPI,

c3) studio per la determinazione dell'indice di portanza CBR_{PN} di provini compattati come per le prove IPI, portati a rottura dopo 4 giorni di imbibizione in acqua secondo la norma UNI EN 13286-47,

c4) prova di rigonfiamento volumetrico, condotta su campioni rappresentativi delle condizioni selezionate per l'esecuzione (dosaggio in calce, umidità e addensamento).

Si precisa che il contenuto di acqua (W) deve essere determinato per permettere la compattazione in situ e per ottimizzare le prestazioni meccaniche della miscela secondo la norma UNI EN 13286 parti da 2 a 5.

3.2 TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON CEMENTO

3.2.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI PER TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE CON CEMENTO

I materiali necessari per il trattamento di stabilizzazione di terre e materiali granulari sono:

- terre o terreni;
- aggregati di integrazione (naturali e/o riciclati),
- legante idraulico (solo cemento),
- acqua.

Non è ammesso l'utilizzo di altri tipi di legante.

3.2.1.1 Requisiti delle terre e degli aggregati

I terreni (o terre) impiegati per l'esecuzione dei trattamenti di stabilizzazione con cemento devono essere qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Norma tecnica UNI 11531 “Criteri per l'impiego dei materiali Parte 1 terre e miscele di aggregati non legati”;
- Norma tecnica UNI 11531 “Criteri per l'impiego dei materiali Parte 2 materiali granulari e miscele di aggregati legati con leganti idraulici”;
- Norma tecnica UNI EN 14227 “Miscele legate con leganti idraulici Parte 15 Terreno stabilizzato con legante idraulico”;

Gli aggregati eventualmente aggiunti per la correzione della composizione granulometrica e/o per ottenere i requisiti di accettazione delle miscele richiesti devono essere dotati di marcatura CE (livello VVCP 2+) e qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 (nel caso di aggregati naturali e di aggregati riciclati);
- Norma tecnica 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” (nel caso di impiego di aggregati, sia naturali che riciclati).
- Decreto Ministeriale 11 aprile 2007 “Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati” (nel caso di impiego di aggregati, sia naturali che riciclati).
- Decreto Ministero della Transizione Ecologica 27 settembre 2022, n. 152 “Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152” (nel caso di impiego di aggregati riciclati).

In particolare, le terre e gli aggregati da sottoporre ad operazione di trattamento per stabilizzazione, prima dell'aggiunta del legante, devono soddisfare i requisiti geometrici e fisici definiti nel prospetto 17.

Prospetto 17 – Requisiti delle terre e degli aggregati per trattamento di stabilizzazione a cemento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	TERRE	AGGREGATI
Classificazione delle terre in gruppi	UNI 11531-1	-	-	limi (A4 e A5); terre granulari sensibili all'acqua (A2-4, A2-5, A2-6, A2-7) terre granulari insensibili all'acqua, (A3, A1-a, A 1-b)	-
Classificazione Dimensione massima ¹⁾	UNI EN 13242	-	-	-	Valori dichiarati
Passante al setaccio 0,063mm	UNI EN 933-1	Dmax	mm	63	63
	UNI EN 933-1	-	%	≥ 12	≥ 12
Indice di plasticità		Ip		< 6 < 10 (terre coesive)	-
Contenuto di materia organica (perdita per calcinazione)	UNI EN 1744-1	M.O.	%	< 2	-
Qualità dei fini (valore di blu)	UNI EN 933-9	MB	-	Valore dichiarato	< 5
Qualità dei fini (equivalente in sabbia) ²⁾	UNI EN 933-8	SE	%	-	> 30
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-2	LA	%	-	≤ 45
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	-	≤ 2
Contenuto di solfato e solfuro ³⁾	UNI EN 1744-1	AS S	%	< 0,5 max 1,0)	< 0,5 max 1,0)
Contenuto sostanze ⁴⁾	DM 152/2022	-	-	-	Conforme alla Tabella 2 del DM 152/22
Rilascio sostanze ⁴⁾ (test cessione)	DM 152/2022	-	-	-	Conforme alla Tabella 3 del DM 152/22
NOTE					
¹⁾ Requisiti auspicabile, non prescrittivo					
²⁾ alternativo al requisito qualità dei fini (valore di blu)					
³⁾ I valori massimi sono accettati se risultano verificati i requisiti prestazionali e di rigonfiamento volumico accelerato Gv (UNI EN 13286-49)					
⁴⁾ Solo per aggregati riciclati					

3.2.1.2 Requisiti dei leganti per trattamenti di stabilizzazione a cemento

Il legante idraulico utilizzato per le operazioni di trattamento di stabilizzazione è cemento. Il cemento impiegato deve essere qualificato in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 197 "Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni".

È preferibile l'impiego di cemento Portland di Classe di resistenza 32,5N mentre è sconsigliato l'utilizzo di cemento di Classe 42,5 o superiore, in quanto la rapidità di presa non consentirebbe di eseguire la stesa e il costipamento della miscela in tempo utile, salvo valutazione di impiego nella stagione fredda o quando giustificato dalle basse temperature di utilizzo.

3.2.1.3 Requisiti dell'acqua per trattamenti di stabilizzazione

L'acqua deve essere limpida, priva di sostanze organiche e argillose e di sali in quantità tale da alterare la presa del cemento, ai sensi della norma UNI EN 1008.

3.2.2 STUDIO PRELIMINARE DEI TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE A CEMENTO

Lo studio preliminare di miscela è finalizzato alla determinazione del contenuto ottimale di legante e di acqua per assicurare il raggiungimento dei requisiti prestazionali richiesti in fase di esecuzione e in esercizio.

Deve essere documentato con apposito fascicolo comprensivo della seguente documentazione: caratteristiche dei materiali costituenti e percentuali di impiego, rapporti delle prove eseguite per la determinazione del dosaggio di legante e di acqua, prove per la verifica di conformità ai requisiti richiesti, Dichiarazione di prestazione dei materiali.

Lo studio preliminare del trattamento di stabilizzazione con cemento deve essere eseguito individuando il contenuto di acqua e cemento ottimali eseguendo prove in laboratorio per la determinazione della resistenza a compressione R_c (secondo UNI EN 13286-41), prove di portanza CBR (secondo UNI EN 13286-47) di campioni compattati con energia Proctor modificata e prove di gelività, in presenza di zone o profondità soggette all'azione del gelo.

Il contenuto di cemento deve essere compreso tra 2% e 10%, in massa rispetto al materiale secco, e può variare a seconda della natura del materiale granulare, ma deve essere tale da soddisfare i requisiti di resistenza definiti nei prospetti 18 e 19.

Le miscele stabilizzate a cemento devono soddisfare i requisiti di portanza e di resistenza in base allo strato di impiego, come di seguito specificato.

Piano di posa del rilevato, strati del rilevato e sottofondo (sezioni in rilevato e sezioni in trincea), requisiti di portanza conformi a prospetto 18.

Prospetto 18 – Requisiti di portanza dei trattamenti di stabilizzazione a cemento (piano di posa, rilevato, sottofondo)

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	RILEVATO (piano di posa)	RILEVATO (parte inferiore)	RILEVATO (parte superiore)	SOTTOFONDO
Indice di portanza	UNI EN 13286-47	CBR	%	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 30
NOTE I campioni devono essere maturati per 7 giorni in condizioni protette sottoposti a saturazione in acqua per 4 giorni: campo di umidità ottimale $\pm 2\%$							

Strato di fondazione, requisiti di resistenza a compressione conformi a prospetto 19. Per lo strato di fondazione, data la posizione e le condizioni climatiche, sono previsti anche i requisiti per impieghi soggetti ad azione del gelo.

Prospetto 19 - Requisiti di resistenza a compressione dei trattamenti di stabilizzazione a cemento

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	FONDAZIONE
Resistenza media a compressione di quattro provini dopo cicli di gelo e disgelo	UNI EN 13286-41 UNI CEN/TS 13286-54	Rc	MPa	da 0,2 (C _{0,15/0,2}) a 1,0 (C _{0,8/1,0})
Resistenza a compressione del singolo campione a compressione, dopo cicli di gelo e disgelo	UNI EN 13286-41 UNI CEN/TS 13286-54	Rc	MPa	> 0,2
Lesioni, screpolature, o distacchi, dopo cicli di gelo e disgelo	Procedimento visivo UNI CEN/TS 13286-54	-	-	assenti
Variazione di volume iniziale, prima e dopo i cicli di gelo e disgelo	UNI CEN/TS 13286-54	-	%	< 2
NOTE				
I campioni devono essere compattati all'umidità ottimale e alla densità pari al 95% della massima Proctor Modificata e maturati per 7 giorni in condizioni protette				

3.3 MODALITA' DI ESECUZIONE DEI TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE

Normalmente le attività di stabilizzazione si svolgono in situ con impiego di idonei macchinari, approvati dalla Direzione Lavori. Detti macchinari sono: autocarro con cisterna per il legante dotata di spanditrice, autobotte per la spruzzatura dell'acqua, eventuale livellatrice, almeno due rulli per la compattazione e una macchina stabilizzatrice (pulvimixer) dotata di albero rotante orizzontale. Prima dell'esecuzione del trattamento di stabilizzazione è necessario procedere con la scarificazione e rimozione del terreno vegetale.

I macchinari per la distribuzione ed il dosaggio del cemento e dell'acqua nonché la macchina per la miscelazione dovranno avere una larghezza operativa adeguata ed essere dotati di sistemi di dosaggio controllato dei materiali che saranno aggiunti.

La lavorazione richiede una corretta gestione di umidità delle miscele al fine di assicurare il raggiungimento delle caratteristiche meccaniche e di portanza del materiale stabilizzato. Se la miscela non rispetta il contenuto di acqua minimo determinato mediante studio di miscela occorre provvedere all'incremento della quantità di acqua, preferibilmente durante la fase di miscelazione, curandone l'adeguata distribuzione.

Ove previsti, gli aggregati di integrazione dovranno essere stesi sull'area interessata dal trattamento nella quantità prevista mediante studio preliminare di miscela prima del passaggio della macchina miscelatrice.

Il materiale, dopo il passaggio della miscelatrice, dovrà presentarsi omogeneo (senza grumi o vespai) con legante ben disperso. Le strisciate devono essere sovrapposte per almeno 15cm.

La taratura delle macchine spanditrici di legante deve essere effettuata facendo transitare la macchina sopra una superficie sulla quale sono posati teli (o contenitori) di dimensioni note e pesando la quantità di legante che viene raccolta da ciascuno, al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina.

L'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto.

La compattazione dovrà avvenire mediante l'impiego di un rullo gommato con carico statico superiore a 24t e da un rullo con cilindri metallici con peso superiore a 18t; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino al raggiungimento dell'addensamento previsto.

La stabilizzazione deve essere sospesa qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 5°C, in condizioni di pioggia e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

In fase di realizzazione deve essere posta particolare attenzione a non realizzare strati di compattazione di dimensioni eccessive che possano pregiudicare le caratteristiche dello strato finito. Il trattamento di stabilizzazione non deve avere spessore superiore di 30cm. Nel caso si debbano trattare spessori fino a 40cm, si deve intervenire a strati.

3.4 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI TRATTAMENTI DI STABILIZZAZIONE

In fase di esecuzione le miscele sottoposte a trattamento di stabilizzazione dovranno soddisfare i requisiti di portanza e di idoneità riepilogati nel prospetto 20.

Prospetto 20 – Requisiti delle miscele sottoposte a trattamento di stabilizzazione

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
				Parte inferiore del rilevato	Parte superiore del rilevato	Sottofondo

Rapporto densità secca in situ su intero spessore (densità massima / densità Proctor)	UNI EN 13286-2	-	-	> 0,97	> 0,97	> 1,00
Rapporto densità secca in situ su parte inferiore o superiore dello strato (densità massima / densità Proctor)	UNI EN 13286-2	-	-	> 0,95	> 0,95	> 0,97
Grado di polverizzazione (dimensione dei grumi)	UNI EN 14227-15 e UNI EN 13286-48	P	%	60	60	60
Rigonfiamento lineare	UNI EN 13266-47 (punto 9.1.3)	LS	mm	1	1	1
Rigonfiamento volumetrico	UNI EN 13266-49	Gv	%	≤ 10	≤ 5	≤ 5
Umidità minima di costipamento	UNI EN 13286-2 (punto 7.2)	W	-	0,9	0,9	0,9
CBR dopo 4 giorni di immersione in acqua	UNI EN 13286-47 (Proctor Normale)	CBR	-	≥ IPI	≥ IPI	≥ IPI
Resistenza a compressione (a 7 giorni)	UNI EN 14227-15	Rc	MPa	0,8/1	1,2/1,5	1,5/2
Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni)	UNI EN 14227-15	Rti	MPa	> 0,125	> 0,15	> 0,20
NOTA Il materiale dovrà essere prelevato dalla fascia sottoposta a trattamento e preparato per l'esecuzione delle prove mediante pressa giratoria al taglio in campioni cilindrici con diametro di 100mm, nel caso il diametro massimo degli aggregati sia ≤20mm, o con diametro da 150mm, nel caso il diametro massimo degli aggregati sia >20mm. La configurazione della pressa deve essere: n. 100 rotazioni con forza di 600kPa e angolo di rotazione di 1,25°.						

Le caratteristiche di portanza degli strati sottoposti a trattamento di stabilizzazione dovranno soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 21.

Prospetto 21 – Requisito di portanza dello strato sottoposto a trattamento di stabilizzazione

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	PIANO DI POSA	RILEVATO	SOTTOFONDO
Modulo di deformazione (prova di piastra)	CNR 146/92	M _D	MPa	≥ 30	≥ 60	≥ 60
NOTA Intervalli di carico della prova di piastra: tra 0,05 e 0,15 MPa,						

4. MISCELE DI AGGREGATI LEGATI CON CEMENTO (misti cementati)

Le miscele di aggregati legate con legante idraulico sono miscele che si caratterizzano per il fatto di fare presa e indurire a seguito di reazione idraulica. Nel caso il legante sia costituito da cemento la miscela viene definita miscela di aggregati legati con cemento o, più comunemente, misto cementato. La miscela si considera legata solo se è in grado di conseguire i requisiti di resistenza superiori ai minimi fissati nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le miscele sono composte da aggregati (naturali, artificiali/industriali, riciclati), granulato di conglomerato bituminoso (ove disponibile), cemento, eventuali additivi o aggiunte e acqua, per attivare le reazioni idrauliche.

Le miscele di aggregati legati con cemento, o misti cementati, sono impiegate nella realizzazione degli strati di fondazione e sono designate come segue:

MC-31,5	MISCELA DI AGGREGATI LEGATA A CEMENTO PER FONDAZIONE 0/31,5	Dmax31,5
----------------	--	-----------------

MC-20	MISCELA DI AGGREGATI LEGATA A CEMENTO PER FONDAZIONE 0/20	Dmax20
--------------	--	---------------

MC-14	MISCELA DI AGGREGATI LEGATA A CEMENTO PER FONDAZIONE 0/14	Dmax14
--------------	--	---------------

Le miscele sono qualificate in conformità alla norma tecnica UNI EN 14227 parte 1 “Miscele granulari legate con cemento per fondi e sottofondi stradali” e si basano sulle indicazioni della norma tecnica UNI 11531 parte 2 “Materiali granulari e miscele di aggregati legati con leganti idraulici e aerei”.

4.1 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

I materiali costituenti le miscele legate a cemento o misti cementati impiegati nella realizzazione degli strati di base e di fondazione sono:

- aggregati (grossi e fini);
- granulato di conglomerato bituminoso (eventuale);
- legante idraulico (cemento);
- acqua;
- additivi (eventuali).

Le caratteristiche dei materiali costituenti dovranno essere determinate mediante prove di laboratorio ed i relativi rapporti di prova dovranno essere inclusi nello studio della miscela (punto 4.2.3).

4.1.1 AGGREGATI

Gli aggregati impiegati nella produzione dei misti legati a cemento devono essere costituiti da una miscela di aggregati grossi e aggregati fini devono essere dotati di marcatura CE (livello VVCP 2+) e qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 11 aprile 2007 “Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati”;
- 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”.
- Decreto Ministero Transizione Ecologica 27 settembre 2022 n. 152 “Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell’articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”.

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

Potranno essere utilizzati aggregati naturali e/o aggregati riciclati e/o aggregati industriali, come definiti nella norma UNI EN 13242. Nei paragrafi seguenti sono definiti i requisiti degli aggregati grossi e fini in base all’origine.

4.1.1.1 Aggregati grossi

Gli aggregati grossi da impiegare nella produzione delle miscele legate a cemento dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 22, nel caso di aggregati naturali e/o industriali, e i requisiti riportati nel prospetto 23, nel caso di aggregati riciclati.

Prospetto 22 - Requisiti degli aggregati grossi naturali e/o industriali per miscele legate a cemento

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Granulometria	UNI EN 13242	-	-	G _{c85-15} ¹⁾ - G _{A85} ²⁾
Designazione	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ¹⁾ - 0/40 ²⁾
Diametro massimo ³⁾	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	31,5 - 20 - 14
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 50
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 40
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	C _{NRS0}
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ¹⁾ - 5 ²⁾
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<35
Resistenza all’usura	UNI EN 1097-1	M _{DE}	%	<30

Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
Stabilità volumetrica ⁴⁾	UNI EN 1744-1 (punto 19.3)	V		< 3,5
NOTE				
1) per aggregato grosso				
2) per aggregato in frazione unica				
3) in base al tipo di miscela: 31,5 (per MC-31,5), 20 (per MC-20), 14 (per MC-14)				
4) in caso di scorie di acciaieria				

Prospetto 23 - Requisiti degli aggregati grossi riciclati per miscele legate a cemento

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Contenuto di calcestruzzo, prodotti di calcestruzzo, malta, elementi di muratura in calcestruzzo, aggregato non legato, pietra naturale, aggregato legato idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cug}	%	>70
Materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	<30
Contenuto di elementi in muratura di argilla (mattoni e piastrelle), elementi di muratura di silicato di calcio, calcestruzzo aerato non flottante	UNI EN 933-11	R _b	%	<10
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	<2
Contenuto di materiale flottante	UNI EN 933-11	FL	%	<5
Contenuto di materiale coesivo (argilla e terra), metalli (ferrosi e non ferrosi), legno non flottante, plastica e gomma, malta di gesso	UNI EN 933-11	X	%	<1
Granulometria	UNI EN 13242	-	-	G _{c85-15} ¹⁾ - G _{A85} ²⁾
Designazione	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ¹⁾ - 0/40 ²⁾
Diametro massimo ³⁾	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	31,5 - 20 - 14
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 20
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	C _{NRS0}
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ¹⁾ - 5 ²⁾
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<40
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	M _{DE}	%	<30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	<2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
NOTE				
1) per aggregato grosso				
2) per aggregato in frazione unica				
3) in base al tipo di miscela: 31,5 (per MC-31,5), 20 (per MC-20), 14 (per MC-14)				

4.1.1.2 Aggregati fini

Gli aggregati fini da impiegare nella produzione delle miscele legate a cemento dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 24, nel caso di aggregati naturali e/o industriali, e i requisiti riportati nel prospetto 25, nel caso di aggregati riciclati.

Prospetto 24 - Requisiti degli aggregati fini naturali e/o industriali per miscele legate a cemento

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Granulometria	UNI EN 13242	-	-	G _{c85-15} ¹⁾ - G _{A85} ²⁾
Designazione	UNI EN 13242	d/D	mm	0/4
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	10 ¹⁾ - 12 ²⁾
Valutazione del fine (equivalente in sabbia)	UNI EN 933-8	ES		>40

Valutazione del fine (blu di metilene)	UNI EN 933-9	MB	-	<2
Indice di plasticità	UNI EN ISO 17892-12	IP		Non plastico
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
NOTE				
¹⁾ per aggregato fine				
²⁾ per aggregato in frazione unica				

Prospetto 25 - Requisiti degli aggregati fini riciclati per miscele legate a cemento

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	FONDAZIONE
Granulometria	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ¹⁾ - Ga85 ²⁾
Designazione	UNI EN 13242	d/D	mm	0/4
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	10 ¹⁾ - 12 ²⁾
Valutazione del fine (equivalente in sabbia)	UNI EN 933-8	ES		>40
Valutazione del fine (blu di metilene)	UNI EN 933-9	MB	-	<2
Indice di plasticità	UNI EN ISO 17892-12	IP		Non plastico
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
NOTE				
¹⁾ per aggregato fine				
²⁾ per aggregato in frazione unica				

4.1.2 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Nelle miscele legate a cemento (misti cementati) potrà essere impiegato il conglomerato bituminoso di recupero (RA) proveniente dalla fresatura di pavimentazioni. Il granulato di conglomerato bituminoso, ottenuto dalle operazioni di trattamento del conglomerato bituminoso di recupero, dovrà essere qualificato in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Specifica tecnica UNI/TS 11688 "Criteri di qualificazione e impiego del conglomerato bituminoso di recupero proveniente dalla rimozione di pavimentazioni esistenti";
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.;
- Decreto ministeriale 28 marzo 2018 n. 69 "Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell'articolo 184 - ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152" (da applicare nel caso di qualifica del granulato come cessazione della qualifica di rifiuto – End of Waste EoW).

Con qualsiasi percentuale di impiego e tipo di qualifica (sottoprodotto o EoW), il granulato di conglomerato bituminoso dovrà soddisfare i requisiti tecnici e ambientali riportati nel prospetto 26.

Prospetto 26 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nella produzione di miscele legate a cemento

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
-----------	--------	-------	----	--------

Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione legante)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione del legante)				
Passante al setaccio 1,4D	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Passante al setaccio D				
Passante al setaccio 2mm				
Passante al setaccio 0,063mm				
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1 – G2	%	< 1% (F ₁)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2
NOTE				
NR = non richiesto				
I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo il DM 69/18				

I rapporti delle prove di qualifica per la determinazione dei requisiti specificati nel prospetto 26 devono essere inclusi nello studio preliminare della miscela (punto 4.2.3).

4.1.3 LEGANTE

Il cemento utilizzato deve essere conforme alla norma EN 197-1 o a benestare tecnico europeo.

E' raccomandato l'utilizzo di cementi a presa lenta e classe di resistenza 32,5N. Solo in condizioni di bassa temperatura o in presenza di giustificati vincoli temporali e operativi, può essere autorizzato l'impiego di cementi della classe 32,5R o 42,5N. Può essere utilizzato, ove ve ne siano i presupposti, un legante idraulico per strade (HRB) della classe E4 o superiore, conforme alla norma UNI EN 13282-1.

4.1.4 ACQUA

L'acqua non deve contenere impurità dannose come, ad esempio, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo argillose e qualsiasi altra sostanza nociva.

L'acqua deve essere conforma agli specifici contenuti della norma UNI EN 1008.

4.1.5 ADDITIVI

Nella produzione di miscele legate a cemento possono essere aggiunti appositi additivi come, ad esempio, additivi ritardanti, additivi attivatori, additivi per il miglioramento della presa e indurimento.

Gli additivi necessari per ottenere tempi di lavorabilità compatibili con le esigenze della posa in opera devono essere conformi alla norma UNI EN 934-2. Il ricorso ad aggiunte deve essere giustificato dall'esecutore mediante studio di miscela, che ne evidenzia la funzionalità e dimostri l'assenza di penalizzazioni delle prestazioni, soprattutto nel lungo periodo.

4.2 REQUISITI DELLE MISCELE LEGATE A CEMENTO

4.2.1 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLE MISCELE

La miscela ottimale degli aggregati legati a cemento dovrà avere una distribuzione granulometrica determinata in conformità alla norma UNI EN 933-1.

Le distribuzioni granulometriche delle miscele dovranno rientrare negli intervalli riportati nel prospetto 27.

Prospetto 27 – Distribuzioni granulometriche (fusi) di miscele legate a cemento per fondazione

APERTURA SETACCI (mm)	MISTO CEMENTATO MC-31,5	MISTO CEMENTATO MC-20	MISTO CEMENTATO MC-14
40	100	-	-
31,5	85 - 100	100	-
25	75 - 100	-	100
20	65 - 95	81 - 100	-
14	-	-	85 - 100
10	44 - 80	55 - 88	68 - 98
6,3	-	42 - 77	50 - 86
4	26 - 64	31 - 69	38 - 74
2	18 - 54	21 - 58	26 - 60
0,50	8 - 35	11 - 36	13 - 37
0,25	6 - 28	8 - 29	10 - 29
0,063	3 - 18	3,5 - 18	4,5 - 18

4.2.2 REQUISITI MECCANICI DELLE MISCELE LEGATE A CEMENTO (misti cementati)

Le miscele di aggregati misti legate a cemento, misti cementati, devono soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 28.

Prospetto 28 – Requisiti meccanici delle miscele legate a cemento (misti cementati)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Resistenza a compressione (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-41	R _c	MPa	2,0 – 4,0 C _{1,5/2} – C _{3/4}

Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	Rti	MPa	≥ 0,20
Resistenza a trazione indiretta dopo 4 giorni di imbibizione. Rispetto al valore iniziale	UNI EN 13286-42	-	%	≥ 80
Compattezza della miscela alla massima massa volumica Proctor modificata	UNI EN 14227-1 (Appendice A)	C	%	≥ 80
Indice di portanza immediata (mediante costipamento Proctor)	UNI EN 13286-47	IPI		>40
Classificazione per resistenza a trazione (Rt) e modulo di elasticità (E) ²⁾	UNI EN 14227-1 (Punto 7.3)			min T0
NOTE				
¹⁾ qualora i valori a 7 giorni non siano rispettati, dovrà essere ripetuta una verifica a 28 giorni, assumendo limiti di accettazione incrementati del 25%				
²⁾ nel rispetto dei valori minimi del grafico da norma: Rt = 0,1MPa e E = 1.000MPa				

Il materiale dovrà essere prelevato e preparato per l'esecuzione delle prove di resistenza mediante pressa giratoria al taglio in campioni cilindrici con diametro di 100mm, nel caso il diametro massimo degli aggregati sia ≤20mm, o con diametro da 150mm, nel caso il diametro massimo degli aggregati sia >20mm. La configurazione della pressa deve essere:

n. 100 rotazioni con forza di 600kPa e angolo di rotazione di 1,25°.

4.2.3 STUDIO DI MISCELA

Il produttore deve determinare il proporzionamento dei materiali costituenti, espresso come percentuale in massa a secco della miscela, e la composizione granulometrica della miscela mediante studio preliminare da effettuare in laboratorio. In particolare, il contenuto di acqua e di legante devono essere determinati attraverso lo studio di miscela.

Lo studio di miscela deve comprendere l'esecuzione delle prove preliminari per soddisfare i requisiti meccanici della miscela (prospetto 28).

4.2.3.1 Determinazione del contenuto di legante

Il contenuto di legante deve essere compreso tra 2 e 4% in massa, in ogni caso il contenuto minimo di legante deve assicurare una distribuzione adeguata in tutta la miscela. Nel caso di miscele altamente performanti, con contenuto di legante superiore al 4%, deve essere considerata la maggiore rigidità dello strato e degli effetti che questa può determinare nel complesso di tutti gli strati della pavimentazione (stati tensionali deformativi).

4.2.3.2 Determinazione del contenuto di acqua

Il contenuto di acqua deve essere determinato mediante prova Proctor modificata, tenendo conto di quanto necessario per fornire un intervallo lavorabile di umidità compatibile con il costipamento della miscela e con le prestazioni meccaniche attese. In particolare, le miscele legate con cemento devono presentare un tempo di lavorabilità, determinato secondo la norma UNI EN 13286-45, non inferiore a 8 ore.

4.2.4 CONTENUTO DI MATERIALE RICICLATO, RECUPERATO O SOTTOPRODOTTI

Il produttore può impiegare materie riciclate, recuperate o sottoprodotti purché risultino conformi alle prescrizioni di qualifica dei materiali costituenti di cui al punto 4.1.

Nel caso di impiego di tali materiali il produttore deve dimostrare il valore percentuale del contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti. Ai fini della dimostrazione si ritiene valido uno dei seguenti metodi, a scelta del produttore:

- a) certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità accreditato a norma del regolamento (UE) n. 765/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti";
- b) asserzione ambientale del produttore conforme alla norma ISO 14021 validata da un organismo di valutazione della conformità a norma del regolamento (UE) n. 765/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativa al contenuto di materiale riciclato;
- c) dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025 con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo.

4.3 REQUISITI PER LA PRODUZIONE E POSA IN OPERA DELLE MISCELE LEGATE A CEMENTO

4.3.1 PRODUZIONE DELLA MISCELA

Il misto granulare legato con cemento (misto cementato) dovrà essere prodotto in impianti adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento.

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, naturali e/o riciclati e/o industriali, deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche richieste. 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 e tipi 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.

Il dosaggio dei materiali costituenti dovrà essere effettuato in massa o in volume e le apparecchiature di dosaggio dovranno essere mantenute in perfetto stato di efficienza e sottoposte a taratura periodica (massimo annuale) con riferimento a strumenti primari certificati.

4.3.2 POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La miscela di aggregati legati con cemento (misto cementato) deve essere stesa sul piano di appoggio dopo che la DL ne abbia accertato la rispondenza ai requisiti di quota, sagoma e portanza previsti in progetto. Prima della stesa deve essere verificato che il piano di posa sia sufficientemente umido, in caso contrario si deve provvedere alla bagnatura, evitando erosioni, dilavamenti e ristagni di acqua e di fango.

La stesa è normalmente eseguita con macchine finitrici. In alternativa, previo parere favorevole della DL, può essere utilizzata una livellatrice (grader) purchè dotata di idonei meccanismi che permettano di rispettare i requisiti profilometrici e di sagoma previsti in progetto.

La miscela deve essere stesa per singoli strati, di spessore finito possibilmente non inferiore a 15cm. Per spessori inferiori a 20cm la stesa deve essere effettuata esclusivamente con finitrice.

La fase di compattazione dello strato deve riprodurre le caratteristiche fisico meccaniche della miscela, come individuate nello studio preliminare della miscela ed confermate nel campo prove, ove realizzato.

La stesa e compattazione del materiale devono avvenire in assenza di pioggia e a temperatura ambiente non inferiore a 5°C. Sono da evitare le condizioni meteorologiche con temperature elevate, specialmente se associate a vento, per la possibilità che l'acqua superficiale possa evaporare o disperdersi.

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

Ultimate le fasi di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume con dosaggio di 0,5kg/m², e comunque commisurato all'intensità del traffico di cantiere cui sarà sottoposto lo strato, previo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione dello strato non dovrà essere inferiore a 72 ore.

4.4 REQUISITI DEGLI STRATI DI MISCELE LEGATE A CEMENTO

Le caratteristiche di addensamento e di portanza dovranno soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 29.

Prospetto 29 – Requisiti dello strato di miscele legate a cemento (misti cementati)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Modulo di deformazione a 24±2h dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	M _d	MPa	> 120

Modulo di deformazione a 3d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	M _d	MPa	> 150
Modulo di deformazione a 7d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	M _d	MPa	> 180
Modulo di reazione a 24±2h dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m ³	> 100
Modulo di reazione a 3d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m ³	> 120
Modulo di reazione a 7d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m ³	> 140
NOTE				
1) Δp compreso fra 0,15MPa e 0,25MPa				

I requisiti meccanici di resistenza a compressione e resistenza a trazione devono essere conformi a quanto definito nel prospetto 28.

5. CONTROLLI DEI MATERIALI E DELLE LAVORAZIONI

Le verifiche di conformità ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche devono essere effettuate mediante esecuzione di prove di laboratorio sui materiali e sugli strati realizzati. I controlli per l'accertamento delle caratteristiche dei materiali sono effettuati mediante prelievo di campioni di materiale sciolto, mentre i controlli per l'accertamento delle caratteristiche dello strato saranno effettuate mediante prove strumentali in situ.

L'attività dei laboratori per l'esecuzione delle prove sui materiali da costruzioni, oggetto delle presenti prescrizioni tecniche, è considerato servizio di pubblica utilità. I laboratori devono pertanto essere qualificati secondo quanto previsto dalle norme vigenti in materia.

In particolare, i requisiti di qualificazione dei laboratori sono riportati nel prospetto 30, suddivisi in base alla tipologia delle prove da eseguire.

Prospetto 30 -Requisiti di qualificazione dei laboratori

TIPOLOGIA DELLE PROVE	REQUISITO DI QUALIFICAZIONE DEL LABORATORIO
PROVE SUGLI AGGREGATI (naturali e riciclati)	- Sistema di gestione per la qualità (SGQ), che sovrintenda alle attività di laboratorio, conforme alla norma UNI EN ISO 9001, con certificazione rilasciata da un Organismo di certificazione terzo e indipendente accreditato secondo ISO 17021 parte1
PROVE SULLE TERRE PROVE DI PORTANZA IN SITU	- Autorizzazione rilasciata per Decreto dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici in corso di validità (quinquennale) ¹⁾
PROVE CHIMICHE (test di cessione su aggregati riciclati)	- Accreditamento per l'esecuzione delle prove in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025
NOTE ¹⁾ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Circolare 8 settembre 2010, n.7618/STC	

Gli obblighi a carico dell'impresa nella esecuzione dei controlli sui materiali da impiegarsi o impiegati sono definiti nel Capitolato d'appalto, parte amministrativa.

5.1 CONTROLLI DI QUALIFICA PRELIMINARE

Prima dell'esecuzione delle lavorazioni, l'Impresa deve consegnare alla DL lo studio preliminare delle miscele che intende impiegare nell'opera comprensivo di tutta la documentazione relativa alle caratteristiche dei materiali costituenti e delle miscele.

Più precisamente la qualifica ed accettazione dei materiali deve essere conforme ai requisiti di idoneità ai sensi del Regolamento Prodotti da Costruzione (Marcatura CE) ed ai requisiti specificati negli articoli precedenti delle presenti prescrizioni tecniche relativi alle caratteristiche geometriche, fisiche, compositive e di ecocompatibilità.

Dopo avere accertato la conformità ai requisiti richiesti, relativi ai materiali ed alle miscele, la DL procede con l'accettazione dei materiali e del tipo di trattamento che l'Impresa intende adottare.

In ogni caso l'Impresa è tenuta a comunicare tempestivamente alla DL eventuali nuovi Produttori o variazioni delle caratteristiche dei materiali e delle tecnologie costruttive per la nuova verifica di accettazione.

5.2 CONTROLLI PERIODICI

L'Impresa deve assicurare il mantenimento continuo delle caratteristiche dei materiali qualificati ed accettati per tutta la durata delle forniture e delle lavorazioni. E' cura della DL procedere con l'esecuzione di verifiche periodiche per accertare la continua conformità dei materiali e delle lavorazioni alle prescrizioni delle presenti prescrizioni tecniche.

Le modalità di prelevamento dei campioni ed esecuzione delle analisi di laboratorio devono essere conformi alla normativa vigente.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio e devono essere conservati presso il Laboratorio incaricato, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. Il prelevamento del campione deve essere accompagnato dal Verbale di campionamento e deve sempre essere assicurato il principio della rappresentatività del materiale da sottoporre ad analisi.

Gli addetti del Laboratorio e della DL devono avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la produzione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di posa devono agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere, a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

Salvo diverse disposizioni impartite dalla DL la frequenza dei controlli in fase esecutiva è riportata nei seguenti paragrafi riferiti ai requisiti dei materiali ed ai requisiti delle opere.

I controlli della qualità delle miscele e della relativa posa in opera è svolto mediante prove di laboratorio su:

- materiali costituenti, in situ o in impianto;
- miscela, in fase esecutiva;
- strato finito, in situ.

5.2.1 CONTROLLO PERIODICO DEI MATERIALI COSTITUENTI

I materiali costituenti le miscele devono essere sottoposti a procedimento di controllo della produzione, ad esclusione delle terre o terreni presenti in situ. L'Impresa deve trasmettere alla Direzione lavori la Dichiarazione di prestazione (DoP) relativa ad ogni prodotto costituente che intende utilizzare; ogni consegna deve essere accompagnata dalla marcatura CE, ove previsto.

Per i trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione devono essere verificati i requisiti di idoneità come definito nel prospetto 31.

Prospetto 31 – Controllo periodico dei requisiti di idoneità dei materiali per miglioramenti e stabilizzazioni

REQUISITI	FREQUENZA		RIFERIMENTI (punto norma)
	Piano di posa e rilevato	Sottofondo	
Composizione granulometrica	Inizio lavori Ogni 6.000 m ³	Inizio lavori Ogni 3.000 m ³	Prospetti 6 e 17
Suscettibilità all'acqua ¹⁾ (Limiti di Atterberg)			Prospetti 6 e 17
Umidità			Prospetti 9 e 20
Contenuto di materie organiche			Prospetti 11 e17
Contenuto solfati e solfuri			Prospetti 11 e17
Contributo Iniziale di Calce (CIC)			Punto 3.1.2.4
NOTE ¹⁾ Si applica a terre e terreni			

Per le miscele legate a cemento (misti cementati) devono essere verificati i requisiti di idoneità come definito nel prospetto 32.

Prospetto 32 – Controllo periodico dei requisiti di idoneità dei materiali per misti cementati

REQUISITI	FREQUENZA	RIFERIMENTI (punto norma)
Aggregati grossi naturali e/o industriali	Inizio lavori Ogni 2.500 m ³	Prospetto 22
Aggregati grossi riciclati		Prospetto 23
Aggregati fini naturali e/o industriali		Prospetto 24
Aggregati fini riciclati		Prospetto 25
Granulato di conglomerato bituminoso		Prospetto 26
NOTE ¹⁾ Si applica a terre e terreni		

I controlli iniziali sono essenziali per la verifica e validazione in scala reale degli studi di miscela o, se realizzato, del campo prove.

5.2.2 CONTROLLO PERIODICO IN FASE DI ESECUZIONE PER MIGLIORAMENTI E STABILIZZAZIONI

In fase di esecuzione dei trattamenti di miglioramento e di stabilizzazione deve essere posta attenzione alla corrispondenza del materiale con la miscela di progetto, al contenuto di acqua e al dosaggio del legante che non deve essere inferiore a quello di progetto.

Il campione da sottoporre a prova deve essere preparato mediante pressa giratoria al taglio a 100 rotazioni e configurazione dell'apparecchio conforme alla norma UNI EN 12697-31.

I controlli in fase esecutiva dei trattamenti di miglioramento devono essere effettuati alle frequenze definite nel prospetto 33.

Prospetto 33 – Frequenze di controllo in fase di esecuzione di trattamenti di miglioramento

REQUISITI	FREQUENZA (parte inferiore del rilevato)	FREQUENZA (parte superiore del rilevato e sottofondo)	RIFERIMENTI (punto norma)
-----------	---	--	------------------------------

Densità secca in situ	giornaliera	giornaliera	Prospetto 10
Grado di polverizzazione	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 10
Umidità minima di costipamento	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 10
CBR dopo 4 giorni di immersione in acqua	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 10
Rigonfiamento lineare	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 10
Verifica dosaggio del legante	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 10

I controlli in fase esecutiva dei trattamenti di stabilizzazione devono essere effettuati alle frequenze definite nel prospetto 34.

Prospetto 34 - Frequenze di controllo in fase di esecuzione di stabilizzazione

REQUISITI	FREQUENZA (parte inferiore del rilevato)	FREQUENZA (parte superiore del rilevato e sottofondo)	RIFERIMENTI (punto norma)
Densità secca in situ	giornaliera	giornaliera	Prospetto 20
Grado di polverizzazione	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20
Umidità minima di costipamento	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20
Indice di portanza immediata	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20
CBR dopo 4 giorni di immersione in acqua	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20
Rigonfiamento lineare	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20
Resistenza a compressione ¹⁾ (a 7 giorni)	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20
Resistenza a trazione indiretta ¹⁾ (a 7 giorni)	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20
Modulo di deformazione ²⁾ (prova di carico su piastra)	1.000m ²	500m ²	Prospetto 20
Verifica dosaggio del legante	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 20

NOTA

¹⁾ le prove di compressione e di trazione sono la media di tre campioni di materiale prelevato durante la stesa (carotato, se possibile)

²⁾ il controllo deve essere effettuato al primo ciclo di carico con intervallo di pressione tra 0,05 e 0,15MPa. Il controllo deve essere effettuato entro 4 ore dall'esecuzione dello strato, per i trattamenti di miscele con calce, e non oltre 2 ore per i trattamenti di miscele con calce e cemento.

5.2.3 CONTROLLO PERIODICO IN FASE DI ESECUZIONE PER MISTI CEMENTATI

I controlli in fase esecutiva delle miscele di aggregati legate con legante idraulico devono essere effettuati alle frequenze definite nel prospetto 35.

Prospetto 35 - Frequenze di controllo in fase di posa dei misti cementati

REQUISITI	FREQUENZA (parte inferiore del rilevato)	FREQUENZA (parte superiore del rilevato e sottofondo)	RIFERIMENTI (punto norma)
-----------	---	--	------------------------------

Resistenza a compressione ¹⁾ (a 7 giorni)	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 29
Resistenza a trazione indiretta ¹⁾ (a 7 giorni)	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 29
Modulo di deformazione ²⁾ (prova di carico su piastra)	1.000m ²	500m ²	Prospetto 29
Modulo di reazione	2.000m ³	1.000m ³	Prospetto 29
NOTA ¹⁾ le prove di compressione e di trazione sono la media di tre campioni di materiale prelevato durante la stesa (carotato, se possibile) ²⁾ il controllo deve essere effettuato al primo ciclo di carico con intervallo di pressione tra 0,15 e 0,25MPa. Il controllo deve essere effettuato entro 24±2 ore dalla stesa.			

Nel caso in cui la temperatura di posa della miscela sia bassa per stagionalità può essere ammessa una modulazione del valore da controllare con estensione dei tempi e verifiche a 3 e a 7 giorni.

SCHEDE PRODOTTO

Di seguito sono riportate le schede riepilogative dei requisiti delle miscele legate a cemento (misti cementati) specificate nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le informazioni riportate nelle singole schede sono;

Identificazione del prodotto,
codice

prodotto
 strato di impiego
 riferimento al paragrafo descrittivo della specifica tecnica
 Requisiti dei materiali costituenti
 Requisiti del prodotto (geometrici, fisici e di durabilità, chimici e di ecocompatibilità, geotecnici),
 Requisiti dello strato (addensamento, portanza).

Si precisa che le schede riportano la sintesi dei requisiti richiesti e sono finalizzate ad agevolare l'individuazione dei prodotti e delle rispettive caratteristiche. La descrizione esaustiva delle caratteristiche e dei metodi di qualificazione e controllo è descritta nel paragrafo di riferimento (paragrafo 4).

Il prospetto 36 riporta l'elenco delle schede prodotto.

Prospetto 36 – Elenco delle schede prodotto (Misti cementati)

CODICE	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	STRATO
MC-31,5	Miscela di aggregati legata a cemento per fondazione 0/31,5	FONDAZIONE LEGATA
MC-20	Miscela di aggregati legata a cemento per fondazione 0/20	
MC-14	Miscela di aggregati legata a cemento per fondazione 0/14	

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
MC-31,5	Miscela di aggregati legata a cemento per fondazione 0/31,5	Fondazione	Misto cementato	4
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e/o industriali)				
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ⁽¹⁾ - Ga85 ⁽²⁾
Designazione ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ⁽¹⁾ - 0/40 ⁽²⁾
Diametro massimo	UNI EN 933-1	Dmax	mm	31,5
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 50
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 40
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	C _{NFS0}

Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ¹⁾ - 5 ²⁾
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<35
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	M _{DE}	%	<30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
Stabilità volumetrica (in caso di scorie di acciaieria)	UNI EN 1744-1	V	%	< 3,5
AGGREGATI GROSSI (riciclati)				
Contenuto di calcestruzzo, prodotti di calcestruzzo, malta, elementi di muratura in calcestruzzo, aggregato non legato, pietra naturale, aggregato legato idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cug}	%	>70
Materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	<30
Contenuto di elementi in muratura di argilla (mattoni e piastrelle), elementi di muratura di silicato di calcio, calcestruzzo aerato non flottante	UNI EN 933-11	R _b	%	<10
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	<2
Contenuto di materiale flottante	UNI EN 933-11	FL	%	<5
Contenuto di materiale coesivo (argilla e terra), metalli (ferrosi e non ferrosi), legno non flottante, plastica e gomma, malta di gesso	UNI EN 933-11	X	%	<1
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	-	-	G _{c85-15} ¹⁾ - G _{a85} ²⁾
Designazione ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ¹⁾ - 0/40 ²⁾
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	31,5
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 20
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	C _{NF50}
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ¹⁾ - 5 ²⁾
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<40
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	M _{DE}	%	<30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	<2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
AGGREGATI FINI (naturali, industriali, riciclati)				
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	-	-	G _{c85-15} ¹⁾ - G _{a85} ²⁾
Designazione	UNI EN 13242	d/D	mm	0/4
Contenuto di fini ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 933-1	f	%	10 ¹⁾ - 12 ²⁾
Valutazione del fine (equivalente in sabbia)	UNI EN 933-8	ES	%	>40
Valutazione del fine (blu di metilene)	UNI EN 933-9	MB	-	<2
Indice di plasticità	UNI EN ISO 17892-12	IP	-	Non plastico
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO				
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione legante)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione del legante): passante al setaccio 1,4D, al setaccio D, al setaccio 2mm, al setaccio 0,063mm	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1 – G2	%	< 1 (F1)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2
LEGANTE				
Classe di resistenza			N	32,5
ACQUA				
Qualificazione	UNI EN 1008	-	-	Valori dichiarati
ADDITIVI				
Qualificazione	UNI EN 934-2	-	-	Valori dichiarati

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
COMPOSIZIONE				
Contenuto materiali costituenti	Mix design	W	%	Valore dichiarato
Contenuto di materiale riciclato, recuperato	UNIPdR 88 – EN 14021 – EN 14025			Valore dichiarato

Contenuto di legante	Mix design		%	2 - 4
Contenuto di acqua	Mix design	W	%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA		setaccio		passante
	UNI EN 933-1	40	%	100
		31,5		85 - 100
		25		75 - 100
		20		65 - 95
		10		44 - 80
		4		26 - 64
		2		18 - 54
		0,50		8 - 35
		0,25		6 - 28
		0,063		3 - 18
Resistenza a compressione (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	2,0 - 4,0 C _{1,5/2} - C _{3/4}
Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	Rti	MPa	≥ 0,20
Resistenza a trazione indiretta dopo 4 giorni di imbibizione. Rispetto al valore iniziale	UNI EN 13286-42	-	%	≥ 80
Compattezza della miscela alla massima massa volumica Proctor modificata	UNI EN 14227-1 (Appendice A)	C	%	≥ 80
Indice di portanza immediata (mediante costipamento Proctor)	UNI EN 13286-47	IPI		>40
Classificazione per resistenza a trazione (Rt) e modulo di elasticità (E) ²⁾	UNI EN 14227-1 (Punto 7.3)			min T0
NOTE				
¹⁾ qualora i valori a 7 giorni non siano rispettati, dovrà essere ripetuta una verifica a 28 giorni, assumendo limiti di accettazione incrementati del 25%				
²⁾ nel rispetto dei valori minimi del grafico da norma: Rt = 0,1MPa e E = 1.000MPa				
REQUISITI MECCANICI				
Resistenza a compressione (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	2,0 - 4,0 C _{1,5/2} - C _{3/4}
Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	Rti	MPa	≥ 0,20
Resistenza a trazione indiretta dopo 4 giorni di imbibizione. Rispetto al valore iniziale	UNI EN 13286-42	-	%	≥ 80
Compattezza della miscela alla massima massa volumica Proctor modificata	UNI EN 14227-1 (Appendice A)	C	%	≥ 80
Indice di portanza immediata (mediante costipamento Proctor)	UNI EN 13286-47	IPI		>40
Classificazione per resistenza a trazione (Rt) e modulo di elasticità (E) ²⁾	UNI EN 14227-1 (Punto 7.3)			min T0
NOTE				
¹⁾ qualora i valori a 7 giorni non siano rispettati, dovrà essere ripetuta una verifica a 28 giorni, assumendo limiti di accettazione incrementati del 25%				
²⁾ nel rispetto dei valori minimi del grafico da norma: Rt = 0,1MPa e E = 1.000MPa				
CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Modulo di deformazione a 24±2h dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 120
Modulo di deformazione a 3d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 150
Modulo di deformazione a 7d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 180
Modulo di reazione a 24±2h dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m3	> 100
Modulo di reazione a 3d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m3	> 120
Modulo di reazione a 7d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m3	> 140
Spessore	-	s	Cm	Conforme a progetto
NOTE				
¹⁾ Δp compreso fra 0,15MPa e 0,25MPa				

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
MC-20	Miscela di aggregati legata a cemento per fondazione 0/20	Fondazione	Misto cementato	4
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e/o industriali)				
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ⁽¹⁾ - Ga85 ⁽²⁾
Designazione ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ⁽¹⁾ - 0/40 ⁽²⁾
Diametro massimo	UNI EN 933-1	Dmax	mm	20
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 50
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 40
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	CNR50
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ₁₎ - 5 ₂₎

Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<35
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	MDE	%	<30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
Stabilità volumetrica (in caso di scorie di acciaieria)	UNI EN 1744-1	V	%	< 3,5
AGGREGATI GROSSI (riciclati)				
Contenuto di calcestruzzo, prodotti di calcestruzzo, malta, elementi di muratura in calcestruzzo, aggregato non legato, pietra naturale, aggregato legato idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	Rcug	%	>70
Materiali bituminosi	UNI EN 933-11	Ra	%	<30
Contenuto di elementi in muratura di argilla (mattoni e piastrelle), elementi di muratura di silicato di calcio, calcestruzzo aerato non flottante	UNI EN 933-11	Rb	%	<10
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	Rg	%	<2
Contenuto di materiale flottante	UNI EN 933-11	FL	%	<5
Contenuto di materiale coesivo (argilla e terra), metalli (ferrosi e non ferrosi), legno non flottante, plastica e gomma, malta di gesso	UNI EN 933-11	X	%	<1
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ¹⁾ - Ga85 ²⁾
Designazione ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ¹⁾ - 0/40 ²⁾
Diametro massimo	UNI EN 933-1	Dmax	mm	20
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 20
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	C _{NR50}
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ¹⁾ - 5 ²⁾
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<40
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	MDE	%	<30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	<2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
AGGREGATI FINI (naturali, industriali, riciclati)				
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ¹⁾ - Ga85 ²⁾
Designazione	UNI EN 13242	d/D	mm	0/4
Contenuto di fini ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 933-1	f	%	10 ¹⁾ - 12 ²⁾
Valutazione del fine (equivalente in sabbia)	UNI EN 933-8	ES		>40
Valutazione del fine (blu di metilene)	UNI EN 933-9	MB	-	<2
Indice di plasticità	UNI EN ISO 17892-12	IP		Non plastico
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO				
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione legante)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione del legante): passante al setaccio 1,4D, al setaccio D, al setaccio 2mm, al setaccio 0,063mm	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1 - G2	%	< 1% (F1)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2
LEGANTE				
Classe di resistenza			N	32,5
ACQUA				
Qualificazione	UNI EN 1008	-	-	Valori dichiarati
ADDITIVI				
Qualificazione	UNI EN 934-2	-	-	Valori dichiarati

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
COMPOSIZIONE				
Contenuto materiali costituenti	Mix design	W	%	Valore dichiarato
Contenuto di materiale riciclato, recuperato	UNIPdR 88 - EN 14021 - EN 14025			Valore dichiarato

Contenuto di legante	Mix design		%	2 - 4
Contenuto di acqua	Mix design	W setaccio	%	Valore dichiarato passante
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA	UNI EN 933-1	31,5 20 10 6,3 4 2 0,5 0,25 0,063	%	100 81 - 100 55 - 88 42 - 77 31 - 69 21 - 58 11 - 36 8 - 29 3,5 - 18
Resistenza a compressione (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	2,0 - 4,0 $C_{1,5/2} - C_{3/4}$
Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	Rti	MPa	≥ 0,20
Resistenza a trazione indiretta dopo 4 giorni di imbibizione. Rispetto al valore iniziale	UNI EN 13286-42	-	%	≥ 80
Compattezza della miscela alla massima massa volumica Proctor modificata	UNI EN 14227-1 (Appendice A)	C	%	≥ 80
Indice di portanza immediata (mediante costipamento Proctor)	UNI EN 13286-47	IPI		>40
Classificazione per resistenza a trazione (Rt) e modulo di elasticità (E) ²⁾	UNI EN 14227-1 (Punto 7.3)			min TO
NOTE ¹⁾ qualora i valori a 7 giorni non siano rispettati, dovrà essere ripetuta una verifica a 28 giorni, assumendo limiti di accettazione incrementati del 25% ²⁾ nel rispetto dei valori minimi del grafico da norma: Rt = 0,1MPa e E = 1.000MPa				
REQUISITI MECCANICI				
Resistenza a compressione (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	2,0 - 4,0 $C_{1,5/2} - C_{3/4}$
Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	Rti	MPa	≥ 0,20
Resistenza a trazione indiretta dopo 4 giorni di imbibizione. Rispetto al valore iniziale	UNI EN 13286-42	-	%	≥ 80
Compattezza della miscela alla massima massa volumica Proctor modificata	UNI EN 14227-1 (Appendice A)	C	%	≥ 80
Indice di portanza immediata (mediante costipamento Proctor)	UNI EN 13286-47	IPI		>40
Classificazione per resistenza a trazione (Rt) e modulo di elasticità (E) ²⁾	UNI EN 14227-1 (Punto 7.3)			min TO
NOTE ¹⁾ qualora i valori a 7 giorni non siano rispettati, dovrà essere ripetuta una verifica a 28 giorni, assumendo limiti di accettazione incrementati del 25% ²⁾ nel rispetto dei valori minimi del grafico da norma: Rt = 0,1MPa e E = 1.000MPa				

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Modulo di deformazione a 24±2h dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 120
Modulo di deformazione a 3d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 150
Modulo di deformazione a 7d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 180
Modulo di reazione a 24±2h dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m3	> 100
Modulo di reazione a 3d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m3	> 120
Modulo di reazione a 7d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m3	> 140
Spessore	-	s	cm	Conforme a progetto
NOTE ¹⁾ Δp compreso fra 0,15MPa e 0,25MPa				

CODICE	PRODOTTO	STRATO	MATERIALE	RIF.
MC-14	Miscela di aggregati legata a cemento per fondazione 0/14	Fondazione	Misto cementato	4

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e/o industriali)				
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica)	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ⁽¹⁾ - Gx85 ⁽²⁾
Designazione ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica)	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ⁽¹⁾ - 0/40 ⁽²⁾
Diametro massimo	UNI EN 933-1	Dmax	mm	14
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 50
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 40
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	CNR50
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ⁽¹⁾ - 5 ⁽²⁾
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<35
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	M _{DE}	%	<30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ⁽¹⁾ - 2 ⁽²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
Stabilità volumetrica (in caso di scorie di acciaieria)	UNI EN 1744-1	V	%	< 3,5
AGGREGATI GROSSI (riciclati)				
Contenuto di calcestruzzo, prodotti di calcestruzzo, malta, elementi di muratura in calcestruzzo, aggregato non legato, pietra naturale, aggregato legato idraulicamente, vetro	UNI EN 933-11	R _{cug}	%	>70
Materiali bituminosi	UNI EN 933-11	R _a	%	<30
Contenuto di elementi in muratura di argilla (mattoni e piastrelle), elementi di muratura di silicato di calcio, calcestruzzo aerato non flottante	UNI EN 933-11	R _b	%	<10
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	R _g	%	<2
Contenuto di materiale flottante	UNI EN 933-11	FL	%	<5
Contenuto di materiale coesivo (argilla e terra), metalli (ferrosi e non ferrosi), legno non flottante, plastica e gomma, malta di gesso	UNI EN 933-11	X	%	<1
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica)	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ⁽¹⁾ - Gx85 ⁽²⁾
Designazione ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica)	UNI EN 13242	d/D	mm	4/40 ⁽¹⁾ - 0/40 ⁽²⁾
Diametro massimo	UNI EN 933-1	Dmax	mm	14
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	-	< 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	-	< 20
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	CNR50
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	f	%	4 ⁽¹⁾ - 5 ⁽²⁾

Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	<40
Resistenza all'usura	UNI EN 1097-1	M _{DE}	%	<30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	<2
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
Resistenza al gelo / disgelo	UNI EN 1367-1 e 2	F	%	≤ 2
AGGREGATI FINI (naturali, industriali, riciclati)				
Granulometria ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 13242	-	-	Gc85-15 ¹⁾ - Gx85 ²⁾
Designazione	UNI EN 13242	d/D	mm	0/4
Contenuto di fini ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 933-1	f	%	10 ¹⁾ - 12 ²⁾
Valutazione del fine (equivalente in sabbia)	UNI EN 933-8	ES		>40
Valutazione del fine (blu di metilene)	UNI EN 933-9	MB	-	<2
Indice di plasticità	UNI EN ISO 17892-12	IP		Non plastico
Solfato solubile in acido	UNI EN 1744-1	AS	%	<0,8
Zolfo totale ⁽¹⁾ per aggregato grosso - ⁽²⁾ per aggregato in frazione unica	UNI EN 1744-1	S	%	1 ¹⁾ - 2 ²⁾
Solfato idrosolubile	UNI EN 1744-1	SS	%	<0,7
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO				
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione legante)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione del legante): passante al setaccio 1,4D, al setaccio D, al setaccio 2mm, al setaccio 0,063mm	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1 - G2	%	< 1% (F1)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2
LEGANTE				
Classe di resistenza			N	32,5
ACQUA				
Qualificazione	UNI EN 1008	-	-	Valori dichiarati
ADDITIVI				
Qualificazione	UNI EN 934-2	-	-	Valori dichiarati

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
COMPOSIZIONE				
Contenuto materiali costituenti	Mix design	W	%	Valore dichiarato
Contenuto di materiale riciclato, recuperato	UNIPdR 88 - EN 14021 - EN 14025			Valore dichiarato
Contenuto di legante	Mix design		%	2 - 4
Contenuto di acqua	Mix design	W	%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA				
		setaccio		
		25		100
		14		85 - 100
		10		68 - 98
		6,3		50 - 86
		4		38 - 74
		2		26 - 60
	UNI EN 933-1		%	13 - 37
		0,5		10 - 29
		0,25		4,5 - 18
		0,063		
Resistenza a compressione (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-41	R _c	MPa	2,0 - 4,0 C _{1,5/2} - C _{3/4}
Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	R _{ti}	MPa	≥ 0,20
Resistenza a trazione indiretta dopo 4 giorni di imbibizione. Rispetto al valore iniziale	UNI EN 13286-42	-	%	≥ 80

Compattezza della miscela alla massima massa volumica Proctor modificata	UNI EN 14227-1 (Appendice A)	C	%	≥ 80
Indice di portanza immediata (mediante costipamento Proctor)	UNI EN 13286-47	IPI		>40
Classificazione per resistenza a trazione (Rt) e modulo di elasticità (E) ²⁾	UNI EN 14227-1 (Punto 7.3)			min T0
NOTE ¹⁾ qualora i valori a 7 giorni non siano rispettati, dovrà essere ripetuta una verifica a 28 giorni, assumendo limiti di accettazione incrementati del 25% ²⁾ nel rispetto dei valori minimi del grafico da norma: Rt = 0,1MPa e E = 1.000MPa				
REQUISITI MECCANICI				
Resistenza a compressione (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	2,0 – 4,0 C _{1,5/2} – C _{3/4}
Resistenza a trazione indiretta (a 7 giorni) ¹⁾	UNI EN 13286-42	Rti	MPa	≥ 0,20
Resistenza a trazione indiretta dopo 4 giorni di imbibizione. Rispetto al valore iniziale	UNI EN 13286-42	-	%	≥ 80
Compattezza della miscela alla massima massa volumica Proctor modificata	UNI EN 14227-1 (Appendice A)	C	%	≥ 80
Indice di portanza immediata (mediante costipamento Proctor)	UNI EN 13286-47	IPI		>40
Classificazione per resistenza a trazione (Rt) e modulo di elasticità (E) ²⁾	UNI EN 14227-1 (Punto 7.3)			min T0
NOTE ¹⁾ qualora i valori a 7 giorni non siano rispettati, dovrà essere ripetuta una verifica a 28 giorni, assumendo limiti di accettazione incrementati del 25% ²⁾ nel rispetto dei valori minimi del grafico da norma: Rt = 0,1MPa e E = 1.000MPa				

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Modulo di deformazione a 24±2h dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 120
Modulo di deformazione a 3d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 150
Modulo di deformazione a 7d dalla stesa (primo ciclo di carico) ¹⁾	CNR BU 146/92	Md	MPa	> 180
Modulo di reazione a 24±2h dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m ³	> 100
Modulo di reazione a 3d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m ³	> 120
Modulo di reazione a 7d dalla stesa (costante k di Winkler)	CNR BU n. 92/1983	k	MN/m ³	> 140
Spessore	-	s	cm	Conforme a progetto
NOTE ¹⁾ Δp compreso fra 0,15MPa e 0,25MPa				



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Agenzia Provinciale Opere Pubbliche

**OPERE DI COSTRUZIONE
DEL CORPO STRADALE
PRESCRIZIONI TECNICHE**

PARTE C

PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

Conglomerati bituminosi a caldo e a temperature ridotte

Conglomerati bituminosi riciclati a freddo

Elementi di interconnessione
Conglomerati bituminosi a freddo per ripristini localizzati
Conglomerati bituminosi chiari

Revisione del 23 agosto 2023

INDICE PARTE C - Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

GLOSSARIO DEI TERMINI

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

INTRODUZIONE

1 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO E A TIEPIDO

1.1 AVVERTENZE SOSTANZIALI

1.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI

1.1.2 CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI

1.1.2.1 Classificazione in base allo strato di impiego

1.1.2.2 Classificazione in base alle temperature di produzione e di posa

1.1.3 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEI PRODOTTI

1.1.4 CONTENUTO DI MATERIALI DI RICICLO, DI RECUPERO O SOTTOPRODOTTI

1.1.5 CODIFICA DEI PRODOTTI

1.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

1.2.1 AGGREGATI

1.2.1.1 Aggregati grossi

1.2.1.2 Aggregati fini

1.2.1.3 Aggregato filler

1.2.2 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

1.2.3 LEGANTE BITUMINOSO

1.2.3.1 Bitume (tal quale e modificato)

1.2.3.2 Bitume espanso (o bitume schiumato)

1.2.4 ADDITIVI

1.2.4.1 Additivo attivante d'adesione

1.2.4.2 Additivo per bitume invecchiato

1.2.4.3 Additivo per riduzione temperature

1.2.4.4 Additivo schiumogeno

1.2.4.5 Additivo stabilizzante

1.3 REQUISITI DELLE MISCELE

1.3.1 QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA

1.3.2 STUDIO DI MISCELA (MIX DESIGN)

1.3.2.1 Validazione della composizione di una miscela

1.3.3 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI

1.3.4 CONTENUTO DI LEGANTE

1.3.5 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

1.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA

1.5 REQUISITI DI POSA IN OPERA DELLA MISCELA

1.5.1 LAVORAZIONI PRELIMINARI

1.5.2 TRASPORTO

1.5.3 STESA

1.5.4 COMPATTAZIONE

1.6 REQUISITI DELLO STRATO

1.6.1 ADDENSAMENTO DELLA MISCELA

1.6.2 CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

1.6.3 SPESSORE

2 CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO A FREDDO

2.1 AVVERTENZE SOSTANZIALI

2.1.1 QUALIFICAZIONE DEL PRODOTTO

2.1.2 DESIGNAZIONE DEL PRODOTTO

2.1.3 CONTENUTO DI MATERIALE RICICLATO, RECUPERATO O SOTTOPRODOTTI

2.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

2.2.1 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

2.2.2 AGGREGATI DI INTEGRAZIONE

2.2.3 LEGANTE BITUMINOSO

2.2.3.1 Emulsione bituminosa modificata

2.2.3.2 Bitume espanso (o schiumato)

2.2.4 ADDITIVI

2.2.4.1 Additivo flussante per bitume invecchiato

2.2.4.2 Additivo rigenerante per bitume invecchiato

2.2.4.3 Additivo schiumogeno

- 2.2.5 CEMENTO
- 2.2.6 ACQUA
- 2.3 REQUISITI DELLA MISCELA
 - 2.3.1 STUDIO DI MISCELA (MIX DESIGN)
 - 2.3.2 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI AGGREGATI
 - 2.3.3 CONTENUTO DI LEGANTE
 - 2.3.4 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA
- 2.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA
- 2.5 REQUISITI DI POSA IN OPERA DELLA MISCELA
 - 2.5.1 TRASPORTO
 - 2.5.2 STESA
 - 2.5.3 COMPATTAZIONE
- 2.6 REQUISITI DELLO STRATO
 - 2.6.1 ADDENSAMENTO
 - 2.6.2 SPESSORE
- 3 ELEMENTI DI INTERCONNESSIONE
 - 3.1 AVVERTENZE SOSTANZIALI
 - 3.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI
 - 3.1.2 CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI
 - 3.2 MANO D'ATTACCO
 - 3.2.1 REQUISITI DEL PRODOTTO
 - 3.2.1.1 Emulsione bituminosa da bitume tal quale
 - 3.2.1.2 Emulsione bituminosa da bitume modificato con polimeri
 - 3.2.2 REQUISITI DELLA POSA IN OPERA
 - 3.2.3 REQUISITI DI ANCORAGGIO DELLA MANO D'ATTACCO
 - 3.3 MANO DI IMPREGNAZIONE
 - 3.3.1 REQUISITI DEL PRODOTTO
 - 3.3.2 REQUISITI DELLA POSA IN OPERA
- 4 CONGLOMERATI BITUMINOSI A FREDDO PER RIPRISTINI LOCALIZZATI
 - 4.1 AVVERTENZE SOSTANZIALI
 - 4.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI
 - 4.1.2 CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI
 - 4.1.3 CONTENUTO DI MATERIALI DI RICICLO, DI RECUPERO O SOTTOPRODOTTI
 - 4.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI
 - 4.2.1 AGGREGATI
 - 4.2.1.1 Aggregati grossi
 - 4.2.1.2 Aggregati fini
 - 4.2.1.3 Aggregato filler
 - 4.2.2 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO
 - 4.2.3 LEGANTE BITUMINOSO
 - 4.2.3.1 Bitume
 - 4.2.3.2 Granulato di guaine bituminose
 - 4.2.4 ADDITIVI
 - 4.2.4.1 Additivo flussante per conglomerato bituminoso lavorabile a freddo
 - 4.2.4.2 Additivo attivante d'adesione
 - 4.2.4.3 Additivo per bitume invecchiato
 - 4.2.4.4 Additivo di stabilizzante
 - 4.3 REQUISITI DELLA MISCELA
 - 4.3.1 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI AGGREGATI
 - 4.3.2 CONTENUTO DI LEGANTE
 - 4.3.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA
 - 4.3.3.1 Requisiti meccanici e volumetrici
 - 4.3.3.2 Requisiti di compatibilità ambientale
 - 4.3.3.3 Requisiti di lavorabilità e di durabilità
 - 4.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA
 - 4.5 REQUISITI DI IMBALLAGGIO E CONSEGNA
 - 4.6 INDICAZIONI PER LA CONSERVAZIONE E POSA IN OPERA
 - 4.6.1 CONSERVAZIONE E MOVIMENTAZIONE DEL PRODOTTO
 - 4.6.2 POSA IN OPERA DEL PRODOTTO
 - 4.6.2.1 Posa di conglomerato bituminoso plastico a basse e ad alte prestazioni
 - 4.6.2.2 Posa di conglomerato bituminoso plastico idroreattivo
- 5 CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIARI
 - 5.1 AVVERTENZE SOSTANZIALI
 - 5.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI
 - 5.1.2 CLASSIFICAZIONE E CODIFICA DEI PRODOTTI
 - 5.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI
 - 5.2.1 AGGREGATI
 - 5.2.1.1 Aggregati grossi
 - 5.2.1.2 Aggregati fini
 - 5.2.1.3 Aggregato filler
 - 5.2.2 LEGANTE BITUMINOSO
 - 5.2.3 ADDITIVI

- 5.3 REQUISITI DELLE MISCELE
 - 5.3.1 QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA
 - 5.3.2 STUDIO DI MISCELA (MIX DESIGN)
 - 5.3.3 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI AGGREGATI
 - 5.3.4 CONTENUTO DI LEGANTE
 - 5.3.5 CARATTERISTICHE MECCANICHE
 - 5.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA
 - 5.5 REQUISITI DI POSA IN OPERA DELLA MISCELA
 - 5.5.1 STESA
 - 5.5.2 COMPATTAZIONE
 - 5.6 REQUISITI DELLO STRATO
 - 5.6.1 ADDENSAMENTO
 - 5.6.2 CARATTERISTICHE SUPERFICIALI
 - 5.6.3 SPESSORE
 - 6 CONTROLLI
 - 6.1 CONTROLLI PRELIMINARI
 - 6.1.1 CONTROLLI PRELIMINARI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PRODOTTO A CALDO/TIEPIDO, A FREDDO E CHIARO
 - 6.1.1.1 Studio di miscela
 - 6.1.1.2 Rapporto di validazione periodica
 - 6.1.2 CONTROLLI PRELIMINARI DEGLI ELEMENTI DI INTERCONNESSIONE
 - 6.1.3 CONTROLLI PRELIMINARI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PLASTICO A FREDDO PER RIPRISTINI LOCALIZZATI
 - 6.2 CONTROLLI PERIODICI SU MATERIALI E LAVORAZIONI
 - 6.2.1 CONTROLLI PERIODICI SUL CONGLOMERATO BITUMINOSO PRODOTTO E STESO A CALDO O A TIEPIDO E SULLO STRATO
 - 6.2.2 CONTROLLI PERIODICI SUL CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO A FREDDO E SULLO STRATO
 - 6.2.3 CONTROLLI PERIODICI SUGLI ELEMENTI DI INTERCONNESSIONE
 - 6.2.4 CONTROLLI PERIODICI SUL CONGLOMERATO BITUMINOSO PLASTICO PER RIPRISTINI
 - 7 PENALIZZAZIONI
 - 7.1 DETRAZIONE PER REQUISITO "distribuzione granulometrica"
 - 7.2 DETRAZIONE PER REQUISITO "contenuto di legante"
 - 7.3 DETRAZIONE PER REQUISITO "sensibilità all'acqua"
 - 7.4 DETRAZIONE PER REQUISITO "Resistenza a trazione indiretta"
 - 7.5 DETRAZIONE PER REQUISITO "Modulo di rigidezza"
 - 7.6 DETRAZIONE PER REQUISITO "vuoti residui"
 - 7.7 DETRAZIONE PER REQUISITO "spessore"
 - 7.8 DETRAZIONE PER REQUISITO "ancoraggio mano d'attacco"
 - 7.9 DETRAZIONE PER REQUISITO "macrotessitura"
- SCHEDE PRODOTTO

INDICE FIGURE PARTE C – PAVIMENTAZIONI

Figura 1 – Esempio di stratigrafia della sovrastruttura stradale

INDICE PROSPETTI PARTE C – PAVIMENTAZIONI

- Prospetto 1 – Categorie di materiali ed elementi costruttivi della sovrastruttura (escluso lo strato di fondazione)
- Prospetto 2 – Classificazione dei conglomerati bituminosi prodotti e stesi a caldo e a temperature ridotte
- Prospetto 3 – Elenco conglomerati bituminosi prodotti e stesi a caldo (HMA) e a tiepido (WMA)
- Prospetto 4 – Requisiti degli aggregati grossi impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi
- Prospetto 5 - Requisiti degli aggregati fini impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi
- Prospetto 6 - Requisiti dell'aggregato filler impiegato nella produzione dei conglomerati bituminosi
- Prospetto 7 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nella produzione di conglomerati bituminosi
- Prospetto 8 – Tipologie di bitume da impiegare nei conglomerati bituminosi
- Prospetto 9 – Requisiti dei leganti bituminosi (bitume tal quale e bitume modificato)
- Prospetto 10 – Requisiti del bitume da sottoporre a schiumatura
- Prospetto 11 – Requisiti dell'espansione del bitume per schiumatura
- Prospetto 12 – Distribuzione granulometrica delle miscele di aggregati
- Prospetto 13 – Distribuzione granulometrica degli aggregati per BASE tipo A
- Prospetto 14 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per BINDER tipo B
- Prospetto 15 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per BINDER tipo B-AM Alte prestazioni
- Prospetto 16 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per MULTIFUNZIONALE tipo E
- Prospetto 17 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURE tipo D
- Prospetto 18 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA tipo C
- Prospetto 19 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA tipo SMA
- Prospetto 20 – Contenuto di legante del conglomerato bituminoso (strati di base, binder e unici)
- Prospetto 21 - Contenuto di legante del conglomerato bituminoso (strati superficiali di usura)
- Prospetto 22 – Requisiti della miscela con applicazione metodo volumetrico (UNI EN 12697-31)
- Prospetto 23 – Requisiti della miscela con applicazione metodo Marshall (UNI EN 12697-34)
- Prospetto 24 – Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi (Base e binder)
- Prospetto 25 - Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi (Multifunzionale)
- Prospetto 26 - Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi (Superficiale di usura)
- Prospetto 27 – Temperature dei materiali costituenti e delle miscele in fase di produzione
- Prospetto 28 - Temperature delle miscele in fase di posa in opera
- Prospetto 29 – Requisiti di addensamento dello strato (contenuto di vuoti residui)
- Prospetto 30 - Requisiti del piano superficiale (planarità e aderenza)
- Prospetto 31 – Spessore dello strato
- Prospetto 32 – Designazione del conglomerato bituminoso riciclato a freddo
- Prospetto 33 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nel conglomerato riciclato a freddo
- Prospetto 34 – Requisiti degli aggregati di integrazione nella produzione del conglomerato riciclato a freddo
- Prospetto 35 – Requisiti dell'emulsione bituminosa modificata C60BP10 impiegata nel conglomerato riciclato a freddo
- Prospetto 36 – Requisiti del bitume da sottoporre a schiumatura
- Prospetto 37 – Requisiti dell'espansione del bitume per schiumatura
- Prospetto 38 – Distribuzione granulometrica degli aggregati per conglomerato bituminoso riciclato a freddo
- Prospetto 39 – Contenuto di legante (bitume) del conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo
- Prospetto 40 – Requisiti del conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo
- Prospetto 41 – Requisiti di addensamento dello strato
- Prospetto 42 – Spessore dello strato
- Prospetto 43 – Elementi di interconnessione e prodotti
- Prospetto 44 – Tipi di emulsione per mano d'attacco
- Prospetto 45- Requisiti dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco da bitume tale quale
- Prospetto 46 - Requisiti dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco da bitume modificato con polimeri
- Prospetto 47 – Requisiti di ancoraggio dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco
- Prospetto 48- Requisiti dell'emulsione bituminosa per mano di impregnazione
- Prospetto 49 – Elenco dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini localizzati della pavimentazione
- Prospetto 50 – Requisiti degli aggregati grossi impiegati nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 51 - Requisiti degli aggregati fini impiegati nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 52 - Requisiti dell'aggregato filler impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 53 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 54 – Requisiti del bitume tal quale impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 55 – Requisiti del granulato di guaine bituminose impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 56 – Scostamenti massimi della distribuzione granulometrica degli aggregati
- Prospetto 57 - Contenuto di legante nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 58 – Caratteristiche meccaniche e volumetriche dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 59 – Requisiti di compatibilità ambientale dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini
- Prospetto 60 – Requisiti di lavorabilità e durabilità dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

Prospetto 61 – Requisiti degli aggregati grossi impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari
Prospetto 62 - Requisiti degli aggregati fini impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari
Prospetto 63 - Requisiti dell'aggregato filler impiegato nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari
Prospetto 64 – Requisiti dei leganti bituminosi per conglomerati chiari
Prospetto 65 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per multifunzionale Tipo E - CHIARO
Prospetto 66 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA Tipo D CHIARO
Prospetto 67 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA Tipo C CHIARO
Prospetto 68 – Contenuto di legante del conglomerato bituminoso chiaro
Prospetto 69 – Requisiti metodo volumetrico (UNI EN 12697-31)
Prospetto 70 – Requisiti metodo Marshall (UNI EN 12697-34)
Prospetto 71 - Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi chiari
Prospetto 72 – Temperature dei materiali costituenti e delle miscele di conglomerato bituminoso chiaro in fase di produzione
Prospetto 73 – Requisiti di addensamento dello strato (contenuto di vuoti residui)
Prospetto 74- Requisiti del piano superficiale (planarità e aderenza)
Prospetto 75 – Spessore dello strato
Prospetto 76 – Controlli periodici su materiali in consegna e sulle lavorazioni eseguite
Prospetto 77 – Controlli periodici su materiali in consegna e sulle lavorazioni eseguite (conglomerato bituminoso riciclato a freddo)
Prospetto 78 – Controlli periodici sugli elementi di interconnessione
Prospetto 79 – Controlli periodici sul conglomerato bituminoso plastico per ripristini localizzati
Prospetto 80 – Applicazione delle penalizzazioni
Prospetto 81 – Applicazione del requisito “Distribuzione granulometrica”
Prospetto 82 – Applicazione del requisito “Contenuto di legante”
Prospetto 83 – Applicazione del requisito “Sensibilità all'acqua”
Prospetto 84 – Applicazione del requisito “Resistenza a trazione indiretta”
Prospetto 85 – Applicazione del requisito “Modulo di rigidità”
Prospetto 86 – Applicazione del requisito “Vuoti residui”
Prospetto 87 – Applicazione del requisito “Vuoti residui”
Prospetto 88 – Applicazione del requisito “Vuoti residui”
Prospetto 89 – Applicazione del requisito “Macrotessitura”
Prospetto 90 - Elenco delle schede prodotto (Pavimentazioni)

GLOSSARIO DEI TERMINI

Di seguito sono riportati i termini riferiti alla presente Parte delle prescrizioni tecniche, per i termini generali si rimanda al glossario dell'introduzione.

Additivo [da norma UNI 11837:2021]: qualsiasi elemento o composto chimico (famiglia, insieme di due o più elementi chimici/prodotti), da solo o miscelato, così come si presenta allo stato naturale o come prodotto, anche derivante dal riuso/riciclaggio di materiali, aggiunto durante la produzione del conglomerato bituminoso o, precedentemente, nel bitume.

Additivo multifunzione [da norma UNI 11837:2021]: additivo che agisce su varie proprietà del conglomerato bituminoso realizzando più di una delle funzioni principali.

Bitume [da norma UNI EN 12597:2014]: Materiale sostanzialmente non volatile, adesivo e impermeabile derivato dal petrolio greggio, oppure presente nell'asfalto naturale, che è completamente o quasi completamente solubile in toluene e molto viscoso o quasi solido a temperatura ambiente

Bitume modificato con polimeri [da norma UNI 11837:2021]: bitume modificato, in cui l'agente modificante utilizzato è costituito da uno o più polimeri organici; qualificato secondo la norma UNI EN 14023.

Catrame: prodotto ottenuto dalla distillazione del carbone. La norma CNR 1/1951 definisce i catrami come "prodotti della distillazione distruttiva dei combustibili fossili, dotati di capacità legante. Possiedono caratteristiche reologiche inferiori a quelle del bitume". Rispetto al bitume, inoltre, il catrame è caratterizzato da un contenuto notevolmente superiore (più di 1000 volte per ogni grado di temperatura in aumento) di idrocarburi policiclici aromatici (IPA), tale da classificarlo come sostanza pericolosa.

Conglomerato bituminoso [da norma UNI EN 13108-1:2016]: miscela omogenea tipicamente composta di aggregati fini e grossi, filler e legante bituminoso che è utilizzata nella costruzione di una pavimentazione.

Nota 1 Il conglomerato bituminoso può includere uno o più additivi per migliorare le caratteristiche di posa, la prestazione o l'aspetto della miscela.

Emulsione bituminosa: dispersione di bitume in acqua. Sistema eterogeneo termodinamicamente instabile, che include almeno due fasi, delle quali una (bitume) è dispersa nell'altra (acqua) sotto forma di piccole gocce.

Granulato di conglomerato bituminoso [da DM 28.03.2018 n.69]: il conglomerato bituminoso che ha cessato di essere rifiuto a seguito di una o più

operazioni di recupero nel rispetto delle condizioni dui all'articolo 184-ter, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006, e delle disposizioni del presente decreto.

Intervallo di elastoplasticità: indica l'intervallo di temperature di lavorabilità del bitume.

Lavorabilità [da norma UNI 11837:2021]: attitudine del conglomerato bituminoso a essere sottoposto a mescolazione e posa in opera (stesa e compattazione)

Legante bituminoso [da norma UNI 11837:2021]: parte del conglomerato bituminoso cui è affidata la funzione di legante e che può includere, oltre al bitume – presente in quantità prevalente – anche additivi in grado di migliorarne alcune caratteristiche o proprietà.

Lotto [da norma UNI 11837:2021]: quantità di materiale prodotta in una singola operazione.

Pavimentazione [da norma UNI EN 13108-1:2016]: struttura composta da uno o più strati per facilitare il passaggio del traffico sul terreno.

Plastico: comportamento di un materiale che sottoposto a imposizione di un carico si deforma in modo prevalentemente irreversibile, prima di raggiungere la soglia di rottura.

Processo speciale: processo il cui controllo del prodotto o la cui verifica non è effettuabile nel corso del suo "svolgimento" (ossia mentre il processo predetto è "in corso"), ma solo in fase terminale e cioè quando il prodotto sia stato completato e/o messo in servizio; ciò comporta la necessità della "validazione" del processo stesso per assicurare la conformità dei requisiti del prodotto realizzato.

Rottura dell'emulsione: è il processo che si sviluppa attraverso la fase di decantazione (sedimentazione dei globuli di bitume), la fase di flocculazione (avvicinamento dei globuli sedimentati) e la fase di coagulazione (fusione dei globuli di bitume flocculati). In base alla velocità di rottura le emulsioni sono classificate, al decrescere della velocità, in: rapide, medie, lente, sovrastabilizzate.

Strato [da norma UNI EN 13108-1:2016]: elemento di una pavimentazione (posato in uno o più singoli strati) realizzato con un'unica miscela di conglomerato bituminoso.

Nota 1 Uno strato può essere posato in uno o più singoli strati.

Strato di base [da norma UNI EN 13108-1:2016]: elemento strutturale principale di una pavimentazione.

Nota 1 Lo strato di base può essere posato in uno o più strati, descritti come strato di base "superiore", strato di base "inferiore".

Strato di collegamento (binder) [da norma UNI EN 13108-1:2016]: strato strutturale della pavimentazione tra lo strato superficiale di usura e lo strato di base.

Strato di risagomatura [da norma UNI EN 13108-1:2016]: strato di spessore variabile applicato ad uno strato o superficie esistente al fine di ottenere il profilo necessario per un ulteriore strato di spessore consistente.

Strato superficiale di usura [da norma UNI EN 13108-1:2016]: strato superiore della pavimentazione che è a contatto con il traffico

GLOSSARIO DEGLI ACRONIMI

BTQ = bitume tal quale

CB = conglomerato bituminoso (in lingua inglese “Asphalt Concrete” AC), è sinonimo di miscela bituminosa

Nota: la lettera “**c**”, riportata nel codice di prodotto, individua un conglomerato bituminoso prodotto e steso a caldo

la lettera “**t**”, riportata nel codice di prodotto, individua un conglomerato bituminoso prodotto e steso a tiepido (temperature ridotte)

CB-P = conglomerato bituminoso plastico a freddo

Nota: la sigla “**BP**”, in aggiunta, individua un conglomerato bituminoso plastico

a freddo a basse prestazioni

la sigla “**AP**”, in aggiunta, individua un conglomerato bituminoso plastico a freddo ad alte prestazioni

la sigla “**ID**”, in aggiunta, individua un conglomerato bituminoso plastico a freddo ad alte prestazioni e idroreattivo

CB-R = conglomerato bituminoso riciclato

CMA = conglomerato bituminoso a freddo (Cold Mix Asphalt)

EPD = Dichiarazione ambientale di prodotto (Environmental Product Declaration)

EAF = scorie derivanti da forno ad arco elettrico (Electric Arc Furnace)

HMA = conglomerato bituminoso a caldo (Hot Mix Asphalt)

ITT = Prove iniziali di tipo (Initial Type Testing)

nr = nei prospetti individua un requisito non richiesto

PMB = Bitume modificato con polimeri (Polymer Modified Bitumen)

PMB-AM = Bitume modificato con polimeri ad alto modulo

RA = conglomerato bituminoso di recupero (Reclaimed Asphalt)

SMA = conglomerato bituminoso antisdrucchiolo (SplittMastix Asphalt)

TT = prove di tipo (Type Testing)

WMA = conglomerato bituminoso a tiepido (Warm Mix Asphalt)

X = caratteristica obbligatoria

- = il segno “-“ indicato nei prospetti individua una caratteristica non richiesta

INTRODUZIONE

La presente parte delle prescrizioni tecniche specifica i materiali e le lavorazioni per la realizzazione delle sovrastrutture flessibili o semirigide. Le sovrastrutture flessibili sono formate da strati sovrapposti di miscele costituite da aggregati e leganti idrocarburici con fondazione in misto granulare non legato (vedi Parte A). Le sovrastrutture semirigide sono formate da strati sovrapposti di miscele costituite da aggregati e leganti idrocarburici con fondazione in misti granulari legati con legante idraulico (vedi Parte B).

In generale la stratigrafia di riferimento della sovrastruttura stradale prevede la realizzazione di strati sovrapposti, come riportato nella figura 1.

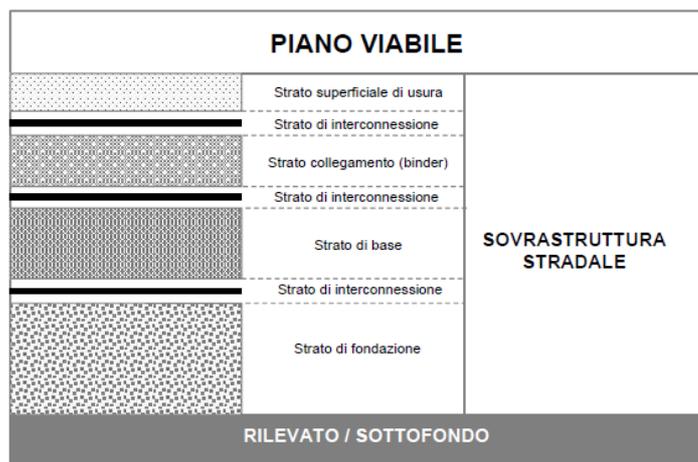


Figura 1 – Esempio di stratigrafia della sovrastruttura stradale

AVVERTENZA - l'immagine non rappresenta lo schema da realizzare in tutte le pavimentazioni. Sulla base delle esigenze da corrispondere il progettista dovrà individuare quali elementi costruttivi prevedere nell'opera e definirne il relativo dimensionamento.

In particolare, il Progettista dovrà procedere alla selezione dei materiali ed al dimensionamento dei singoli strati sulla base del contesto ambientale in cui deve essere realizzata l'opera, delle caratteristiche di portanza del sottofondo, delle condizioni di traffico e di carico della struttura interessata, della durata prevista e del diametro massimo degli aggregati impiegati.

In merito alle caratteristiche di resistenza meccanica delle miscele, resistenza a trazione e modulo di rigidezza, sono definiti i valori di riferimento da utilizzare per il

dimensionamento degli strati profondi (base e binder) e da utilizzare per la valutazione della resistenza ai carichi tangenziali degli strati superficiali di usura.

Le caratteristiche planimetriche della piattaforma stradale e le pendenze trasversali dovranno essere definite dal progettista secondo quanto previsto dalle norme vigenti in materia¹, al

¹ Decreto Ministeriale 5.11.2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"

fine di consentire il regolare deflusso delle acque sul piano viabile e l'aderenza dei veicoli in curva.

Il prospetto 1 riporta le categorie di materiali costituenti la sovrastruttura con il riferimento degli elementi costruttivi specificati nelle presenti prescrizioni tecniche, ad esclusione dello strato di fondazione descritto nella parte A, nel caso dei materiali non legati, e nella parte B, nel caso dei materiali legati.

Prospetto 1 – Categorie di materiali ed elementi costruttivi della sovrastruttura (escluso lo strato di fondazione)

CATEGORIA DI MATERIALE	ELEMENTO COSTRUTTIVO DI IMPIEGO	PUNTO
CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO E A TEMPERATURE RIDOTTE (a tiepido)	Strati superficiali di usura	1
	Strato multifunzionale (o strato unico)	
	Strati di collegamento (Binder)	
	Strato di base	
CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO A FREDDO	Strato di base	2
ELEMENTI DI INTERCONNESSIONE	Mano d'attacco	3
	Mano d'impregnazione	
CONGLOMERATO BITUMINOSO PER RIPRISTINI LOCALIZZATI	Strato superficiale	4
	Tutti gli strati (in caso di buca)	
CONGLOMERATO BITUMINOSO CHIARO	Strato superficiale	5
	Strato multifunzionale (o strato unico)	
NOTE Lo strato multifunzione o strato unico può sostituire lo strato di collegamento e lo strato superficiale di usura, a determinate condizioni		

Le presenti prescrizioni tecniche definiscono i requisiti ed i controlli da effettuare per l'accertamento della conformità e accettazione. Per ogni elemento costruttivo sono definiti i requisiti di accettazione riferiti a:

- materiali costituenti;
- prodotti;
- processi di produzione e posa in opera;
- lavorazioni (opere).

I controlli per la verifica di conformità ai requisiti definiti dovranno essere effettuati alle frequenze previste nelle fasi principali di prequalifica, in produzione e finali (punto 7). A fronte di scostamenti rilevati oltre le tolleranze massime ammesse è applicata una detrazione economica per la specifica lavorazione. Qualora si riscontri la condizione di non accettabilità della fornitura o della lavorazione, ove previsto un requisito di soglia, l'impresa dovrà provvedere al rifacimento della lavorazione, a propria cura e spese, secondo quanto impartito dalla DL.

1. CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO E A TIEPIDO

1.1 AVVERTENZE SOSTANZIALI

Nei paragrafi seguenti sono riportate le informazioni di base per la corretta selezione dei prodotti e per la qualifica e controllo di accettazione dei conglomerati bituminosi prodotti a caldo e a temperature ridotte.

1.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI

I conglomerati bituminosi specificati appartengono alla categoria dei prodotti da costruzione e sono impiegati nella realizzazione degli strati delle pavimentazioni di aree soggette a traffico come strade, piste ciclopedonali, piazzali e aree di sosta.

I prodotti sono costituiti da miscele di aggregati, di granulato di conglomerato bituminoso, di legante bituminoso e di additivi funzionali per il miglioramento delle prestazioni.

I prodotti dovranno essere corredati della Marcatura CE in conformità al Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), secondo il sistema di attestazione previsto (VVCP di livello 2+), con controllo della produzione effettuato in conformità agli allegati ZA delle norme armonizzate serie UNI EN 13108.

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire le prove di verifica preliminare sull'idoneità dei materiali costituenti e le prove di validazione delle miscele che intende utilizzare; i risultati di tali prove dovranno essere inclusi nello studio di formulazione delle singole miscele previste in progetto.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica (ITT) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108 parte 20, dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti prescrizioni tecniche al successivo punto 1.3.2 "Studio di miscela" (mix design).

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei controlli di produzione in fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108 parte 21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti, per i materiali costituenti e per i prodotti, sia le verifiche sul processo di produzione dei materiali.

I prodotti specificati sono stesi con apposite macchine vibrofinitrici e compattati con rulli gommati e/o metallici vibranti a seconda dello strato e del materiale.

1.1.2 CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI

I prodotti specificati sono classificati in base allo strato di impiego nella pavimentazione (figura 1) e in base alle temperature di produzione e di stesa.

1.1.2.1 Classificazione in base allo strato di impiego

Il multistrato della pavimentazione è composto da più strati sovrapposti in conglomerati bituminosi dei tipi codificati e classificati come riportato nel prospetto 2.

Prospetto 2 – Classificazione dei conglomerati bituminosi prodotti e stesi a caldo e a temperature ridotte

STRATO	CODIFICA	DESCRIZIONE	SPESSORE
STRATO SUPERFICIALE DI USURA	Tipo C Tipo D Tipo DM Tipo SMA	Strato che assume la funzione di aderenza degli pneumatici nelle diverse condizioni ambientali assicurando il mantenimento della traiettoria del moto dei veicoli e in grado di sopportare le sollecitazioni tangenziali al piano stradale. La scelta del tipo dipende sostanzialmente dal tipo strada e dal livello di aderenza richiesto	Lo strato ha medesimo spessore nella sezione trasversale
STRATO DI RISAGOMATURA (o ricarica)	Generalmente ¹⁾ Tipo A o Tipo B o Tipo E o Tipo D	Strato posizionato sotto lo strato di collegamento o sotto lo strato superficiale di usura che assume la funzione di regolarizzazione del piano di appoggio dello strato superiore in presenza di avvallamenti o di realizzazione delle pendenze trasversali atte al deflusso superficiale delle acque meteoriche conformi alle norme vigenti ²⁾	Lo strato ha spessore variabile nella sezione trasversale
STRATO MULTIFUNZIONALE (o strato unico) ³⁾	Tipo E	Strato che assume la funzione portante in grado di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni indotte dal traffico e la funzione di planarità e aderenza superficiale del piano stradale	Lo strato ha medesimo spessore nella sezione trasversale
STRATO DI COLLEGAMENTO (o binder)	Tipo B	Strato intermedio della pavimentazione, collocato tra lo strato di base o di fondazione e lo strato superficiale di usura, con funzione portante in grado di trasmettere le sollecitazioni indotte dalle ruote dei veicoli opportunamente distribuite. Sopra lo strato di collegamento è sempre prevista la sovrapposizione dello strato superficiale di usura	Lo strato ha medesimo spessore nella sezione trasversale

STRATO DI BASE	Tipo A	Strato profondo della pavimentazione in grado di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli anche a medio – lungo termine	Lo strato ha medesimo spessore nella sezione trasversale
¹⁾ La scelta del tipo dipende sostanzialmente dallo spessore minimo e medio dello strato di risagomatura da realizzare ²⁾ D.M. 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” ³⁾ Lo strato multifunzionale è impiegato in sostituzione dello strato di collegamento e dello strato superficiale di usura			

1.1.2.2 Classificazione in base alle temperature di produzione e di posa

Le miscele bituminose sono prodotte e stese a caldo con riscaldamento degli aggregati e del legante bituminoso o a temperature ridotte come di seguito classificate:

Miscele prodotte a caldo (HMA): miscele prodotte ad una temperatura massima di 180°C e stese ad una temperatura minima di 140°C -150°C, in base al tipo di legante bituminoso (bitume tal quale o bitume modificato con polimeri);

Miscele prodotte a temperature ridotte (o a tiepido) – (WMA): miscele prodotte a ad una temperatura massima di 160°C e stese ad una temperatura minima di 110°C - 120°C in base al tipo di legante bituminoso (bitume tal quale o bitume modificato con polimeri).

La riduzione delle temperature di produzione delle miscele e di stesa, anche se limitata ad alcune decine di gradi di differenza, è rilevante per il contenimento delle risorse energetiche necessarie per il riscaldamento ed essiccazione degli aggregati e per il contenimento delle emissioni in atmosfera (gas effetto serra e sostanze odorigene).

La produzione di miscele a temperature inferiori rispetto alle temperature convenzionali è possibile mediante l'impiego di tecnologie produttive con effetto sulla viscosità del legante bituminoso. Dette tecnologie sono raggruppate in due categorie:

- impiego di particolari additivi funzionali (punto 1.2.4.3), sia in caso di bitume tal quale sia nel caso di bitume modificato, inseriti
 - nel bitume, dal produttore di legante bituminoso, prima della consegna all'impianto di produzione conglomerato bituminoso,
 - nel bitume o nel mescolatore, dal produttore di conglomerato bituminoso, in fase di produzione presso l'impianto di produzione conglomerato bituminoso.
- impiego di bitume espanso (o schiumato), applicabile nel caso di bitume tal quale e non applicabile nel caso di bitume modificato con polimeri, mediante modifica degli impianti di produzione conglomerato bituminoso con installazione di apparecchiature necessarie per il processo di schiumatura del legante con utilizzo di acqua in pressione e appositi additivi schiumogeni (punto 1.2.4.4);

Le caratteristiche prestazionali dei conglomerati a temperature ridotte sono uguali alle caratteristiche previste per i medesimi materiali prodotti a caldo. Il produttore dovrà segnalare la tecnologia utilizzata per la produzione dei conglomerati bituminosi a temperature ridotte riportando il riferimento nello studio preliminare della miscela (mix design).

AVVERTENZA – I conglomerati bituminosi prodotti e stesi a temperature ridotte (CB tiepidi) sono impiegati per forniture continue in lotti non inferiori a 600 tonnellate.

1.1.3 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEI PRODOTTI

I prodotti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche sono caratterizzati da prestazioni strutturali, di resistenza alle sollecitazioni alle diverse temperature di esercizio e di durata nel tempo, e da prestazioni funzionali di aderenza nel moto dei veicoli alle diverse condizioni ambientali (superficie asciutta e bagnata).

In particolare, l'impiego del bitume modificato con polimeri (PMB) migliora le prestazioni meccaniche dei conglomerati rispetto al bitume tal quale (BTQ) alle temperature, alte e basse, con estensione dell'intervallo di elastoplasticità.

Inoltre, il bitume modificato ad alto modulo (PMB-AM) impiegato nel conglomerato bituminoso "Binder tipo B ad alte prestazioni" unitamente ad una particolare composizione granulometrica conferisce alla miscela un'adeguata rigidità convenientemente alta, alle alte temperature, in modo da prevenire fenomeni di post-compattazione e ormaiamento degli strati portanti in conglomerato bituminoso. Al contrario, alle basse temperature di esercizio, la miscela garantisce rigidità sufficientemente bassa per non incorrere in fessurazioni di origine termica.

Al fine di assicurare le prestazioni strutturali dei singoli prodotti devono essere soddisfatti i requisiti di resistenza a trazione indiretta e di rigidità determinati in fase di qualifica preliminare e sottoposti a controllo periodico in fase di realizzazione. In particolare, tali requisiti sono essenziali nella valutazione del comportamento alle sollecitazioni di carico verticale, per gli strati profondi di base e di collegamento, e del comportamento alle sollecitazioni di carico tangenziale, per gli strati superficiali di usura.

Le caratteristiche dei materiali costituenti, unitamente alla soglia minima di sensibilità all'acqua delle miscele, convenientemente elevata, ed al requisito di addensamento dello strato garantiscono un'adeguata durabilità delle opere.

L'impiego di aggregati con elevata resistenza alla frammentazione ed elevata resistenza allo scivolamento assicurano il raggiungimento e mantenimento nel tempo delle prestazioni di attrito e di aderenza al piano di rotolamento, sia in condizioni di ambiente asciutto che di ambiente bagnato.

Il conglomerato bituminoso di tipo antisdrucchiolo (SMA) ha caratteristiche di elevata macrorugosità del piano superficiale e di elevato addensamento dello strato che conferiscono massima aderenza e durata ottimale.

1.1.4 CONTENUTO DI MATERIALI DI RICICLO, DI RECUPERO O SOTTOPRODOTTI

Il produttore può impiegare materie riciclate, recuperate o sottoprodotti purché risultino conformi alle prescrizioni di qualifica dei materiali costituenti di cui al punto 1.2.

Nel caso di impiego di tali materiali il produttore deve dimostrare il valore percentuale del contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti. Ai fini della dimostrazione si ritiene valido uno dei seguenti metodi, a scelta del produttore:

- a) una certificazione di prodotto rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti";
- b) una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma UNI EN ISO 14021 validata da un Organismo di valutazione della conformità;
- c) una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025 con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo.

I prodotti specificati prevedono anche l'impiego di materiali costituenti di origine secondaria utilmente sottratti al conferimento in discarica. In particolare, non è posto limite quantitativo all'impiego di conglomerato bituminoso di recupero (RA) proveniente dalla demolizione delle pavimentazioni e qualificato come granulato di conglomerato bituminoso in conformità alle norme vigenti in materia ambientale. Gli effetti dell'impiego di conglomerato bituminoso sulle miscele bituminose sono verificati mediante le prove meccaniche di determinazione della resistenza a trazione indiretta e del modulo di rigidità.

Le evidenze documentali di contenuto del materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto devono essere incluse nello studio preliminare della singola miscela.

La DL dovrà procedere con la determinazione della massa complessiva di materiali recuperati impiegati nell'opera.

1.1.5 CODIFICA DEI PRODOTTI

I singoli conglomerati bituminosi descritti nelle presenti prescrizioni tecniche, classificati in base allo strato di impiego (prospetto 2) sono codificati e riportati nel seguente elenco dei prodotti (prospetto 3) integrato con le designazioni secondo le norme armonizzate di marcatura CE (serie UNI EN 13108), diametro massimo degli aggregati e breve descrizione di riferimento per le ulteriori classificazioni, in base al tipo di legante (BTQ o PMB) e alla temperatura (HMA - WMA).

Prospetto 3 – Elenco conglomerati bituminosi prodotti e stesi a caldo (HMA) e a tiepido (WMA)

TIPO	COD. ¹⁾	STRATO	DESIGNAZIONE ²⁾	D _{max}	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	NORMA	T
C	C-c	Usura	CB 10 usura 50/70 o 70/100	10	Usura a caldo con bitume tal quale	EN 13108-1	HMA
D	D-c	Usura	CB 12,5 usura 50/70 o 70/100	12,5	Usura a caldo con bitume tal quale	EN 13108-1	HMA
	D-t	Usura	CB 12,5 usura 50/70 o 70/100	12,5	Usura a tiepido con bitume tal quale	EN 13108-1	WMA
	D-M-c	Usura	CB 12,5 usura 45/80-70	12,5	Usura a caldo con bitume modificato	EN 13108-1	HMA
	D-M-t	Usura	CB 12,5 usura 45/80-70	12,5	Usura a tiepido con bitume modificato	EN 13108-1	WMA
	SMA	SMA-c	Usura	SMA 12,5 45/80-70	14	Usura antisdrucchiolo a caldo con bitume modificato	EN 13108-5
SMA-t		Usura	SMA 12,5 45/80-70	14	Usura antisdrucchiolo a tiepido con bitume modificato	EN 13108-5	WMA
E	E-c	Multi-funzionale	CB 20 binder 50/70 o 70/100	31,5	Multifunzionale a caldo con bitume tal quale	EN 13108-1	HMA
	E-t	Multi-funzionale	CB 20 binder 50/70 o 70/100	31,5	Multifunzionale a tiepido con bitume tal quale	EN 13108-1	WMA
	E-M-c	Multi-funzionale	CB 20 binder 45/80-70	31,5	Multifunzionale a caldo con bitume modificato	EN 13108-1	HMA
	E-M-t	Multi-funzionale	CB 20 binder 45/80-70	31,5	Multifunzionale a tiepido con bitume modificato	EN 13108-1	WMA
B	B-c	Binder	CB 31,5 binder 50/70 o 70/100	31,5	Binder a caldo con bitume tal quale	EN 13108-1	HMA
	B-t	Binder	CB 31,5 binder 50/70 o 70/100	31,5	Binder a tiepido con bitume tal quale	EN 13108-1	WMA
	B-M-c	Binder	CB 31,5 binder 45/80-70	31,5	Binder a caldo con bitume modificato	EN 13108-1	HMA
	B-M-t	Binder	CB 31,5 binder 45/80-70	31,5	Binder a tiepido con bitume modificato	EN 13108-1	WMA

	B-AM-c	Binder	CB 31,5 binder 10/40-70	31,5	Binder a caldo ad elevate prestazioni con bitume modificato	EN 13108-1	HMA
	B-AM-t	Binder	CB 31,5 binder 10/40-70	31,5	Binder a tiepido ad elevate prestazioni con bitume modificato	EN 13108-1	WMA
A	A-c	Base	CB 31,5 base 50/70 o 70/100	40	Base a caldo con bitume tal quale	EN 13108-1	HMA
	A-t	Base	CB 31,5 base 50/70 o 70/100	40	Base a tiepido con bitume tal quale	EN 13108-1	WMA
	A-M-c	Base	CB 31,5 base 45/80-70	40	Base a caldo con bitume modificato	EN 13108-1	HMA
	A-M-t	Base	CB 31,5 base 45/80-70	40	Base a tiepido con bitume modificato	EN 13108-1	WMA
NOTE							
¹⁾ Legenda: M = bitume modificato con polimeri c = caldo; t = tiepido (materiale prodotto e steso a temperature ridotte) ²⁾ Il diametro caratteristico dell'aggregato grosso riportato in tabella può variare in base alla specifica distribuzione granulometrica definita dal produttore, mentre rimane definito e invariabile il diametro massimo degli aggregati (D_{max}) come riportato in tabella							

1.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

Nella produzione dei conglomerati bituminosi potranno essere impiegati esclusivamente materiali la cui idoneità deve essere accertata mediante conformità ad una specifica tecnica armonizzata ai sensi del Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), ove prevista per la famiglia di prodotti, ovvero, nel caso non siano previste specifiche tecniche armonizzate, mediante specifiche tecniche e ambientali basate su evidenze di impiego soddisfacente nella produzione dei conglomerati bituminosi e nella loro riciclabilità a fine vita.

I materiali costituenti i conglomerati bituminosi sono:

- aggregati (grossi, fini e filler);
- granulato di conglomerato bituminoso;
- legante bituminoso (bitume tal quale o bitume modificato con polimeri);
- additivi funzionali.

Le caratteristiche dei materiali costituenti dovranno essere determinate mediante prove di laboratorio ed i relativi rapporti di prova dovranno essere inclusi nello studio della miscela (punto 1.3.2).

1.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati impiegati nella produzione del conglomerato bituminoso devono essere costituiti da una miscela di aggregati grossi, aggregati fini e aggregato filler, qualificati per l'impiego specifico in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma armonizzata UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009 “Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati”.

Gli aggregati (grossi, fini e filler) dovranno essere corredati della Marcatura CE in conformità al Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), secondo il sistema di attestazione previsto (VVCP di livello 2+), con controllo della produzione effettuato in conformità all'allegato ZA della norma armonizzata UNI EN 13043.

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

Dovranno essere utilizzati aggregati naturali, come definiti nella norma UNI EN 13043, e non è ammesso l'impiego di aggregati riciclati. Previa verifica di compatibilità ambientale e studio di miscela preliminare, potranno essere utilizzati anche aggregati industriali grossi provenienti dall'industria siderurgica, esclusivamente scorie nere da forno elettrico EAF, purché sottoposti alle operazioni di recupero e trattamento in impianti appositamente autorizzati dalle Autorità competenti secondo le norme vigenti.

1.2.1.1 Aggregati grossi

Gli aggregati grossi appartengono alla classe granulometrica compresa tra $d > 4\text{mm}$ e $D \leq 45\text{mm}$, devono essere costituiti da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce compatte, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.

Tali elementi potranno essere di natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti definiti in base agli strati di impiego delle singole miscele.

Gli aggregati grossi da impiegare nella produzione dei conglomerati bituminosi dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 4, suddivisi per singolo tipo.

Prospetto 4 – Requisiti degli aggregati grossi impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI RICHIESTI ¹⁾					
				BASE	BINDER	MULTI-FUNZ.	SUPERFICIALE DI USURA		
				TIPO A	TIPO B	TIPO E	TIPO C	TIPO D	TIPO DM TIPO SMA
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Riolite - porfido
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40	31,5	31,5	10	12,5	12,5 (D-M) 14 (SMA)
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)	≤ 30 (LA ₃₀)	≤ 24 (LA ₂₅)	≤ 24 (LA ₂₅)	≤ 24 (LA ₂₅)	≤ 20 (LA ₂₀)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})	≥ 70 (C _{50/10})	≥ 70 (C _{90/1})	100 (C _{100/0})	100 (C _{100/0})	100 (C _{100/0})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)	< 1 (F ₁)	< 1 (F ₁)	< 1 (F ₁)	< 1 (F ₁)	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)	< 20 (FI ₂₀)	< 20 (FI ₂₀)	< 15 (FI ₁₅)	< 15 (FI ₁₅)	< 15 (FI ₁₅)

Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)	< 25 (SI ₂₅)	< 25 (SI ₂₅)	< 20 (SI ₂₀)	< 20 (SI ₂₀)	< 20 (SI ₂₀)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-	-	-	> 40 (PSV ₄₀)	> 40 (PSV ₄₀)	> 45 (PSV ₄₅)
Componenti che alterano la stabilità di volume ²⁾	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})	<3,5 (V _{3,5})	<3,5 (V _{3,5})	<3,5 (V _{3,5})	<3,5 (V _{3,5})	<3,5 (V _{3,5})
NOTE									
¹⁾ I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13043									
²⁾ I nel caso di impiego di aggregati industriali derivanti dal trattamento di scorie d'altoforno (EAF)									

Nel caso di impiego di aggregati grossi classificati come industriali secondo la norma UNI EN 13043 dovrà essere verificata la conformità di rilascio sostanze contaminanti (test di cessione) in conformità al D.M. 5.02.1998 e s.m.i.

1.2.1.2 Aggregati fini

Gli aggregati fini appartengono alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063\text{mm}$ e $D < 4\text{mm}$, devono essere di origine naturale e costituiti da sabbie prive di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

Gli aggregati fini da impiegare nella produzione dei conglomerati bituminosi dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 5.

Prospetto 5 - Requisiti degli aggregati fini impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI RICHIESTI PER TUTTI I TIPI
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia ¹⁾	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene ²⁾	UNI EN 933-9 (Appendice A)	MB _F	g/kg	< 10
NOTE				
¹⁾ Requisito da determinare solo nel caso in cui il contenuto dei fini "f" sia maggiore del 3%				
²⁾ Requisito da determinare solo nel caso in cui il requisito contenuto dei fini "f" sia maggiore del 3% e il requisito "equivalente in sabbia" non sia soddisfatto				

1.2.1.3 Aggregato filler

L'aggregato filler appartiene alla frazione granulometrica passante al setaccio con apertura di $0,063\text{mm}$, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento o calce oppure può provenire dalla frazione fine degli aggregati (filler di recupero dell'impianto).

L'aggregato filler dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 6.

Prospetto 6 - Requisiti dell'aggregato filler impiegato nella produzione dei conglomerati bituminosi

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI RICHIESTI ¹⁾ PER TUTTI I TIPI (A, B, C, D, SMA)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100

Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V		da 28 a 45 ($V_{28/45}$)
Rammollimento miscela filler – bitume (palla anello con rapporto F/B = 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta R\&B$	-	>8 ($\Delta R\&B_{8/16}$)
NOTE				
¹⁾ I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13043				

1.2.2 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Nelle miscele bituminose potrà essere impiegato il conglomerato bituminoso di recupero (RA) proveniente dalla fresatura di pavimentazioni. Il granulato di conglomerato bituminoso, ottenuto dalle operazioni di trattamento del conglomerato bituminoso di recupero, dovrà essere qualificato in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Norma tecnica UNI EN 13108 “Miscele bituminose - Specifiche del materiale – Parte 8 Conglomerato bituminoso di recupero”;
- Specifica tecnica UNI/TS 11688 “Criteri di qualificazione e impiego del conglomerato bituminoso di recupero proveniente dalla rimozione di pavimentazioni esistenti”;
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- Decreto ministeriale 28 marzo 2018, n.69 “Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell’articolo 184 - ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152” (da applicare nel caso di qualifica del granulato come cessazione della qualifica di rifiuto – End of Waste EoW).

Il granulato di conglomerato bituminoso dovrà soddisfare i requisiti tecnici e ambientali riportati nel prospetto 7, per qualsiasi percentuale di impiego e tipo di qualifica (EoW o sottoprodotto).

Prospetto 7 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nella produzione di conglomerati bituminosi

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI RICHIESTI ¹⁾	
				TIPI A, B	TIPI E, C, D, SMA
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione legante)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione del legante) ai setacci 1,4D, D, 2mm, 0,063mm	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Consistenza del legante ²⁾ (penetrazione)	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Consistenza del legante ²⁾ (rammollimento)	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione degli aggregati ³⁾ (determinato su aggregato post estrazione)	UNI EN 1097-2	LA	%	nr	<24
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1 – G2	%	< 1% (F ₁)	< 1% (F ₁)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100	< 100

Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2
NOTE					
¹⁾ I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo il DM 69/18 ²⁾ Requisiti da determinare nel caso di impiego del granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiori al 20%, per le miscele destinate agli strati di base, binder e multistrato, e in quantità superiori al 10%, per le miscele destinate agli strati di usura ³⁾ Requisito da determinare nel caso di impiego del granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiori al 20% negli strati di usura D-M e SMA.					

I rapporti delle prove di qualifica per la determinazione dei requisiti specificati nel prospetto 7 devono essere inclusi nello studio preliminare della miscela (punto 1.3.2).

Nel caso di impiego del granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiore al 20% (miscele per gli strati di base e binder) e in quantità superiore al 10% (miscele per strati superficiali di usura) dovranno essere determinati i parametri di consistenza, penetrazione e rammollimento, del legante finale (miscela del legante recuperato dal granulato e del legante aggiunto), in conformità all'allegato A della norma UNI EN 13108 parte 1 e parte 5, in base al tipo.

Nel caso di impiego del granulato di conglomerato bituminoso negli strati superficiali di usura in quantità superiori al 20%, gli aggregati grossi costituenti dovranno essere conformi alle caratteristiche definite nel prospetto 4.

Il controllo della percentuale di granulato di conglomerato bituminoso potrà essere effettuato da parte della DL direttamente in impianto per verificare la corrispondenza con quanto determinato e dichiarato nello studio di miscela (punto 1.3.2).

1.2.3 LEGANTE BITUMINOSO

I leganti ammessi per la produzione dei conglomerati bituminosi sono esclusivamente bitumi per uso stradale di tipo tal quale (BTQ) e di tipo modificato (PMB). Il bitume tal quale è ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio mentre il bitume modificato contiene polimeri che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche. Il bitume ad alto modulo (PMB-AM), utilizzato nel conglomerato bituminoso binder ad elevate prestazioni, appartiene alla categoria dei bitumi modificati. Non sono ammessi leganti bituminosi di altra provenienza.

I leganti bituminosi impiegati devono essere qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 12597 "Bitumi e leganti bituminosi – Terminologia";
- Norma armonizzata UNI EN 12591 "Bitumi e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" (norma di qualifica per BTQ);
- Norma armonizzata UNI EN 14023 "Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri" (norma di qualifica per PMB);
- Norma tecnica UNI/TR 11361 "Bitumi e leganti bituminosi - Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia".

I leganti bituminosi (BTQ e PMB) dovranno essere corredati della Marcatura CE in conformità al Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), secondo il sistema di

attestazione previsto (VVCP di livello 2+), con controllo della produzione effettuato in conformità all'allegato ZA delle norme armonizzate UNI EN 12591 o UNI EN 14023.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Campionamento di leganti bituminosi".

1.2.3.1 Bitume (tal quale e modificato)

I tipi di bitume, tal quale e modificato, che devono essere impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi specificati nelle presenti prescrizioni tecniche sono riportati nel prospetto 8.

Prospetto 8 – Tipologie di bitume da impiegare nei conglomerati bituminosi

CONGLOMERATO BITUMINOSO		BITUME TAL QUALE (BTQ)	BITUME MODIFICATO (PMB)	BITUME MODIFICATO (PMB-AM)
D-c	Usura a caldo con bitume tal quale	X		
D-t	Usura a tiepido con bitume tal quale	X		
D-M-c	Usura a caldo con bitume modificato		X	
D-M-t	Usura a tiepido con bitume modificato		X	
C	Usura a caldo con bitume tal quale	X		
SMA-c	Usura antisdrucchiolo a caldo con bitume modificato		X	
SMA-t	Usura antisdrucchiolo a tiepido con bitume modificato		X	
E-c	Multifunzionale a caldo con bitume tal quale	X		
E-t	Multifunzionale a tiepido con bitume tal quale	X		
E-M-c	Multifunzionale a caldo con bitume modificato		X	
E-M-t	Multifunzionale a tiepido con bitume modificato		X	
B-c	Binder a caldo con bitume tal quale	X		
B-t	Binder a tiepido con bitume tal quale	X		
B-M-c	Binder a caldo con bitume modificato		X	
B-M-t	Binder a tiepido con bitume modificato		X	
B-AM-c	Binder a caldo con bitume modificato ad alte prestazioni			X

B-AM-t	Binder a tiepido con bitume modificato ad alte prestazioni			X
A-c	Base a caldo con bitume tal quale		X	
A-t	Base a tiepido con bitume tal quale		X	
A-M-c	Base a caldo con bitume modificato			X
A-M-t	Base a tiepido ridotta con bitume modificato			X

Il legante bituminoso impiegato nella produzione dei conglomerati bituminosi specificati nelle presenti prescrizioni tecniche in base al tipo (prospetto 8) dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 9.

Prospetto 9 – Requisiti dei leganti bituminosi (bitume tal quale e bitume modificato)

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	BITUME TAL QUALE		BITUME MODIFICATO	
				BTQ 50/70	BTQ 70/100	PMB 45/80-70	PMB-AM 10/40-70
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1 mm	50/70	70/100	da 45 a 80 (Classe 4)	da 10 a 40 (Classe 2)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	46 - 54	43 - 51	≥70 (Classe 4)	≥70 (Classe 4)
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤8	≤10	≤ -15 (Classe 7)	≤ -18 (Classe 8)
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	-	-	>75 (Classe 2)	>80 (Classe 2)
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	-	-	≥0,40	≥0,40
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm ²	-	-	≥3,0 (Classe 7)	≥3,0 (Classe 7)
RESISTENZA ALL'INDURIMENTO PER EFFETTO DEL CALORE E DELL'ARIA (UNI EN 12607-1, metodo RTFOT)							
Variazione in massa (M_2/M_1*100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	≤0,8	≤0,5 (Classe 3)	≤0,5 (Classe 3)
Variazione della penetrazione residua (P_2/P_1*100)	UNI EN 1426	P	%	≥50	≥46	≥60 (Classe 7)	≥65 (Classe 7)
Incremento del punto di rammollimento (T_2-T_1)	UNI EN 1427	T	°C	≤11	≤11	≤5 (Classe 3)	≤5 (Classe 3)
STABILITA' ALLO STOCCAGGIO DEL BITUME MODIFICATO (UNI EN 13399, metodo "Tuben test")							
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1 mm	-	-	<9 (Classe 2)	<9 (Classe 2)
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	-	-	<5 (Classe 2)	<5 (Classe 2)

Il tipo di bitume tal quale, BTQ 50/70 o BTQ 70/100, sarà scelto in base alla temperatura atmosferica di impiego, all'altitudine del cantiere, alla quantità di granulato di conglomerato bituminoso impiegato ed alle caratteristiche di consistenza del bitume recuperato.

1.2.3.2 Bitume espanso (o bitume schiumato)

Il procedimento di schiumatura del bitume è una delle tecnologie ammesse per la riduzione delle temperature ed è realizzato presso l'impianto di produzione del conglomerato bituminoso mediante apposite apparecchiature di regolazione dei flussi di bitume e di acqua (dosaggio, pressione e temperatura).

La schiumatura è applicabile al bitume tal quale e non al bitume modificato con polimeri.

Il bitume da sottoporre a schiumatura per l'impiego nella produzione del conglomerato bituminoso deve soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 10.

Prospetto 10 – Requisiti del bitume da sottoporre a schiumatura

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1 mm	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤10
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	-
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≤ 0,20
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilemetro a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm ²	-
RESISTENZA ALL'INDURIMENTO PER EFFETTO DEL CALORE E DELL'ARIA (UNI EN 12607-1, metodo RTFOT)				
Variazione in massa ($M_2/M_1 * 100$)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5
Variazione della penetrazione residua ($P_2/P_1 * 100$)	UNI EN 1426	P	%	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T_2-T_1)	UNI EN 1427	T	°C	≤10

La schiumatura del bitume si ottiene mediante introduzione controllata di acqua, ad una determinata temperatura e pressione, che provoca l'espansione del bitume stesso.

Il bitume deve possedere le caratteristiche di espansione in un campo di temperatura (prima dell'espansione) compreso tra 170°C e 190°C con aggiunta di acqua compresa tra 1% e 4% in massa sul bitume. Le caratteristiche di schiumatura del bitume espanso devono soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 11.

Prospetto 11 – Requisiti dell'espansione del bitume per schiumatura

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORE
-----------	--------	-------	----	--------

Rapporto di espansione	Procedimento empirico	ERm	%	≥20
Tempo di semi-trasformazione (tempo in cui si dimezza l'espansione del bitume)	Procedimento empirico	t _{1/2}	s	≥25

1.2.4 ADDITIVI

Gli additivi per conglomerati bituminosi sono aggiunti alla miscela in fase di produzione e/o precedentemente nel legante bituminoso per conferire determinate qualità, proprietà fisiche e/o meccaniche al prodotto. L'impiego di additivi è finalizzato ad assicurare le caratteristiche prestazionali richieste per la miscela, migliorare la lavorabilità dei materiali (stesa e compattazione) e migliorare la durabilità della pavimentazione.

Gli additivi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla norma tecnica UNI 11837 "Criteri di qualificazione, controllo e impiego di additivi per miscele legate a bitume per la formazione di strati di sovrastrutture per infrastrutture di trasporto".

La documentazione di qualificazione dovrà essere allegata allo studio di miscela (punto 1.3.2).

Le modalità di impiego degli additivi dovranno essere attuate secondo quanto previsto dal produttore degli additivi e le apparecchiature di dosaggio (in massa o in volume) dovranno essere sottoposte a calibrazione e taratura periodica per assicurare il corretto impiego nei quantitativi definiti mediante studio preliminare.

Nel caso gli additivi siano introdotti nel legante prima della consegna in impianto, il produttore del conglomerato bituminoso dovrà acquisire le evidenze di qualificazione dell'additivo utilizzato dal produttore del legante additivato.

Il tipo di additivo, monofunzionale o multifunzionale, e la quantità di impiego sono determinate mediante studio di miscela al fine di corrispondere alle funzioni specifiche assicurando anche le caratteristiche volumetriche e prestazionali del conglomerato bituminoso (punto 1.3.4 e punto 1.3.5).

1.2.4.1 Additivo attivante d'adesione

Nel caso di miscele con aggregati che presentano caratteristiche di spogliamento del bitume (es. aggregati di natura silicea o aggregati misti) il produttore del conglomerato bituminoso dovrà impiegare additivi promotori del legame tra legante bituminoso e aggregati. Tali additivi appartengono alla categoria degli attivanti di adesione e possiedono la proprietà di contrastare l'effetto negativo che l'acqua provoca nel mastice bituminoso (legante bituminoso e filler).

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della specifica miscela bituminosa.

1.2.4.2 Additivo per bitume invecchiato

Nel caso di impiego del granulato di conglomerato bituminoso dovrà essere posta particolare attenzione alla valutazione dell'indurimento del mastice indotto dalla presenza del bitume invecchiato. La viscosità del mastice è modificata in base al tipo di legante invecchiato ed alla quantità di granulato di conglomerato bituminoso impiegato con incremento della rigidità del prodotto e conseguente fragilità.

La viscosità del legante bituminoso deve essere riequilibrata con riattivazione delle caratteristiche del bitume invecchiato mediante impiego di additivi flussanti e/o additivi rigeneranti. Tali additivi consentono di migliorare la lavorabilità e reintegrare le componenti chimico-fisiche del legante bituminoso ossidato presente nel granulato di conglomerato bituminoso.

Nel caso di impiego di granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiori del 10%, negli strati superficiali di usura, e del 20%, negli strati profondi (base, binder di collegamento e multistrato), il produttore dovrà utilizzare un additivo rigenerante del tipo e nella quantità prevista mediante studio di miscela.

1.2.4.3 Additivo per riduzione temperature

L'utilizzo di additivi funzionali per la riduzione delle temperature rientra nelle tecnologie ammesse per la riduzione delle temperature del conglomerato bituminoso.

Tali additivi, classificati come termoregolatori, agiscono sulla reologia del legante bituminoso con riduzione della viscosità a temperature inferiori rispetto alle convenzionali temperature di produzione e posa in opera, perdendo poi il proprio effetto alle normali temperature di esercizio.

L'aggiunta di additivi termoregolatori può essere effettuata dal produttore del legante bituminoso prima della consegna all'impianto di produzione conglomerato bituminoso. In tal caso il produttore del conglomerato bituminoso dovrà richiedere al fornitore del legante la documentazione tecnica necessaria per la qualificazione del legante di origine e dell'additivo utilizzato.

Il tipo di additivo e la quantità di dosaggio devono essere determinate in fase di studio preliminare della miscela (punto 1.3.2).

1.2.4.4 Additivo schiumogeno

Nel caso di applicazione della tecnologia di impiego del bitume espanso (o schiumato), finalizzata alla riduzione della temperatura di produzione e stesa del conglomerato bituminoso, deve essere impiegato un additivo schiumogeno che favorisce la schiumatura del bitume tal quale, aumentando il volume e il tempo di permanenza della schiuma nelle fasi di lavorazione.

Tale additivo agisce, in base alla natura chimica delle sostanze impiegate, sui parametri principali della schiumatura del bitume, ossia sul rapporto di espansione e sui tempi di dimezzamento.

1.2.4.5 Additivo stabilizzante

Nella produzione di conglomerato bituminoso SMA dovrà essere utilizzato l'additivo stabilizzante, finalizzato ad incrementare la viscosità del mastice bituminoso per evitare il percolamento del legante durante le fasi di produzione, trasporto e posa in opera (drenaggio del legante).

L'additivo stabilizzante è costituito da fibre di cellulosa/sintetiche/minerali ed è inserito nella miscela nella fase di produzione, direttamente nel mescolatore tramite sacchetti termofondenti, opportunamente dimensionati secondo il dosaggio previsto, o con impianto di alimentazione a movimentazione pneumatica.

Le fibre si presentano in pellets, devono essere opportunamente prebitumate e devono essere depositate in un luogo asciutto e coperto tale da assicurare la protezione dall'acqua che potrebbe deteriorare il prodotto in fase di produzione e in opera.

1.3 REQUISITI DELLE MISCELE

1.3.1 QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso dovrà essere qualificato e sottoposto a procedimento di validazione in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norme armonizzate della serie UNI EN 13108 “Miscele bituminose. Specifiche del materiale”, come definito al prospetto 2;
- Norma tecnica UNI EN 13108 parte 20 “Miscele bituminose. Specifiche del materiale – Prova di tipo”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 12697 parte 27 “Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Campionamento”.

I campioni di conglomerato bituminoso da sottoporre alle analisi di laboratorio per l'accertamento dei requisiti volumetrici e prestazionali dovranno essere compattati alle temperature previste per la produzione in scala reale, come definito nel prospetto 26. La temperatura di preparazione del provino dovrà essere riportata nei rapporti di prova.

1.3.2 STUDIO DI MISCELA (MIX DESIGN)

Lo “studio di miscela” o mix design è l'insieme delle attività di studio e di laboratorio che consente di definire la composizione ottimale di una miscela nel rispetto dei requisiti previsti nelle presenti prescrizioni tecniche.

Lo studio di miscela deve essere realizzato per ogni prodotto previsto nel progetto dell'opera e per ogni impianto di produzione utilizzato per la fornitura del conglomerato bituminoso. Lo studio di miscela deve comprendere:

- il nome e indirizzo del produttore;
- data di emissione;
- l'identificazione dell'impianto di produzione;

- la designazione della miscela;
 - la provenienza e la qualificazione dei singoli materiali costituenti (paragrafo 1.2);
 - la composizione della miscela (quantità dei singoli materiali costituenti, in percentuale);
 - la composizione ottimale della distribuzione granulometrica della miscela di aggregati in conformità al punto 1.3.3;
 - il metodo adottato per la determinazione del contenuto di legante (metodo Marshall o metodo volumetrico);
 - le proprietà volumetriche della miscela bituminosa (contenuto di vuoti, contenuto di legante) in conformità al punto 1.3.4, al variare del contenuto di legante;
 - le proprietà meccaniche e prestazionali della miscela bituminosa in conformità al punto 1.3.5, al variare del contenuto di legante;
- la temperatura di preparazione dei provini, in relazione al tipo di miscela (a caldo o a tiepido).

Sulla base del risultato dello studio di miscela il produttore dovrà dichiarare la quantità di bitume che intende impiegare nella miscela.

Lo studio di miscela elaborato, unitamente ai rapporti delle prove di laboratorio, costituisce il Rapporto sulla Prova di Tipo ai sensi della norma UNI EN 13108 parte 20.

Lo studio di miscela ha validità di anni cinque e deve essere aggiornato in caso di:

- cambiamento della provenienza dei materiali costituenti;
- modifiche dell'impianto di produzione;
- anomalie o non conformità riscontrate nei controlli in produzione.

1.3.2.1 Validazione della composizione di una miscela

Ogni miscela deve essere sottoposta a procedimento di validazione per dimostrare la conformità ai requisiti richiesti dalle presenti prescrizioni tecniche. La validazione consiste nell'esecuzione delle prove di laboratorio e nella verifica di conformità alle presenti prescrizioni dei requisiti volumetrici (distribuzione granulometrica, contenuto di legante bituminoso, contenuto di vuoti) e dei requisiti prestazionali (sensibilità all'acqua, resistenza a trazione e modulo di rigidità).

Il procedimento di validazione può essere effettuato:

- con miscela preparata in laboratorio, a partire dai materiali costituenti miscelati secondo la composizione ottimale (validazione in laboratorio);
- con miscela prodotta in impianto di produzione del conglomerato bituminoso, in vera grandezza (validazione durante la produzione).

Per ogni miscela sono previste una validazione iniziale e una validazione periodica.

La **validazione iniziale** della singola miscela coincide con lo studio di miscela (validazione in laboratorio), come descritto al punto 1.3.2.

La **validazione periodica** della miscela deve essere effettuata con frequenza annuale su materiale prelevato in uscita dall'impianto di produzione (validazione durante la produzione).

1.3.3 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI

La miscela ottimale degli aggregati per ogni conglomerato bituminoso dovrà avere una distribuzione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base +2.

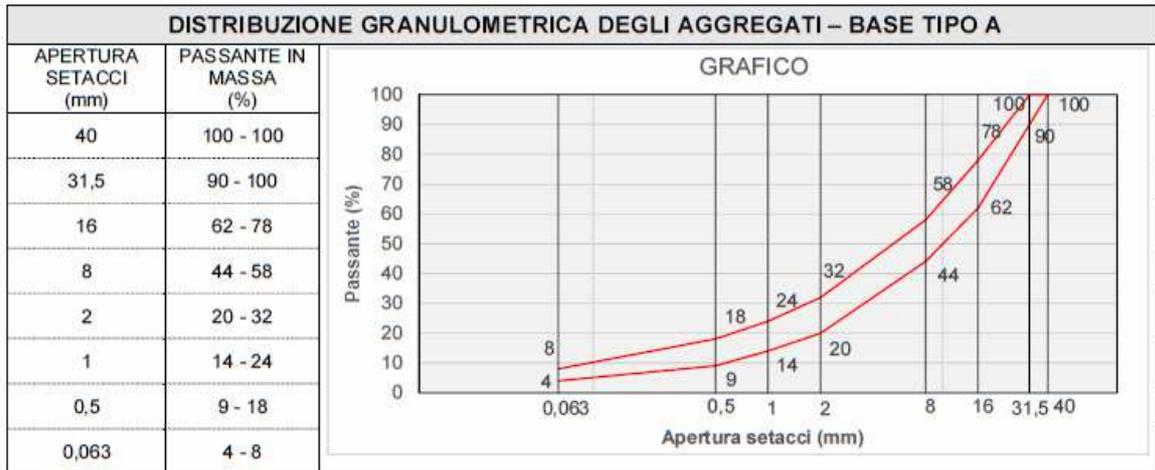
Le distribuzioni granulometriche delle miscele dovranno rientrare negli intervalli riportati nel prospetto 12, siano esse prodotte a caldo o prodotte a temperature ridotte.

Prospetto 12 – Distribuzione granulometrica delle miscele di aggregati

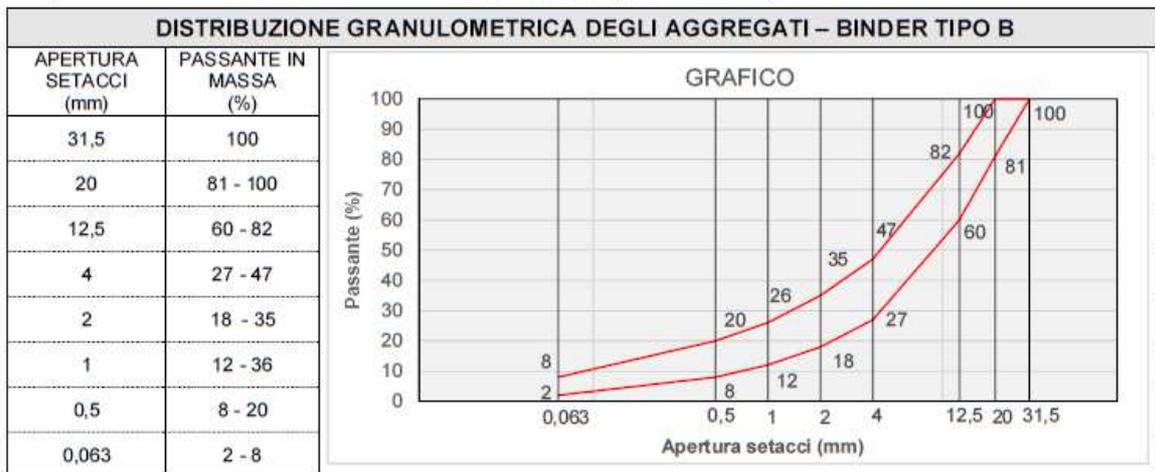
APERTURA SETACCI (mm)	BASE A	BINDER B	BINDER B-AM	MULTIFUNZ. E	USURA D	USURA C	USURA SMA
40	100	-	-	-	-	-	-
31,5	90 - 100	100	100	100	-	-	-
20	-	81 - 100	90 - 100	90 - 100	-	-	-
16	62 - 78	-	80 - 95	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	100
12,5	-	60 - 82	70 - 90	74 - 100	100	-	90 - 100
10	-	-	-	-	84 - 100	-	50 - 76
8	44 - 58	-	55 - 75	-	-	100	-
6,3	-	-	-	-	-	84 - 100	-
4	-	27 - 47	35 - 55	38 - 60	54 - 73	63 - 92	27 - 46
2	20 - 32	18 - 35	28 - 42	24 - 42	36 - 55	42 - 62	20 - 30
1	14 - 24	12 - 26	20 - 35	17 - 32	26 - 40	30 - 46	16 - 26
0,5	9 - 18	8 - 20	15 - 28	12 - 24	18 - 30	21 - 34	12 - 22
0,063	4 - 8	2 - 8	8 - 14	2 - 9	4 - 10	4 - 11	7 - 13

Le distribuzioni granulometriche con rappresentazione grafica sono riportate nel prospetto 13 (base tipo A), prospetto 14 (binder tipo B), prospetto 15 (binder tipo B-AM alte prestazioni), prospetto 16 (multifunzionale tipo E), prospetto 17 (usura tipo D), prospetto 18 (usura tipo C), prospetto 19 (usura tipo SMA).

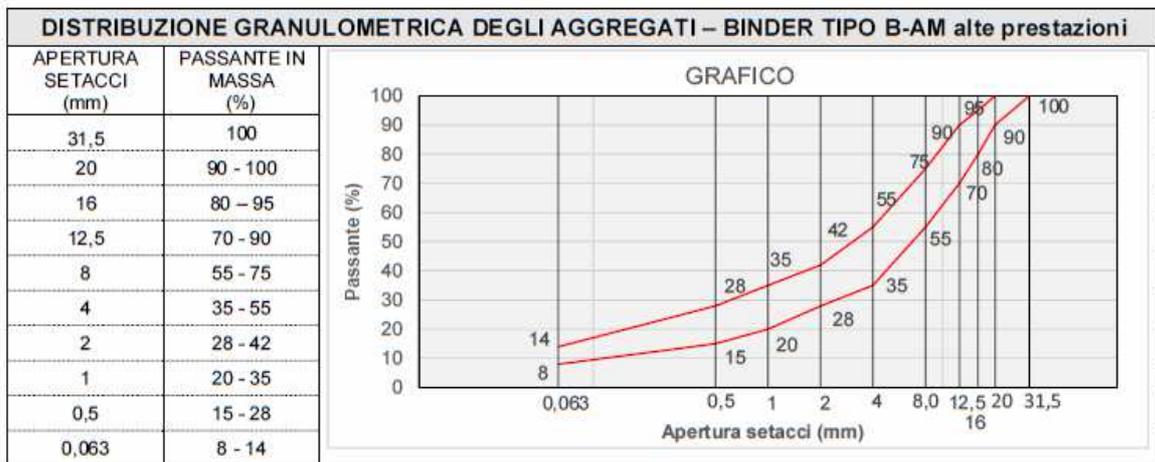
Prospetto 13 – Distribuzione granulometrica degli aggregati per BASE tipo A



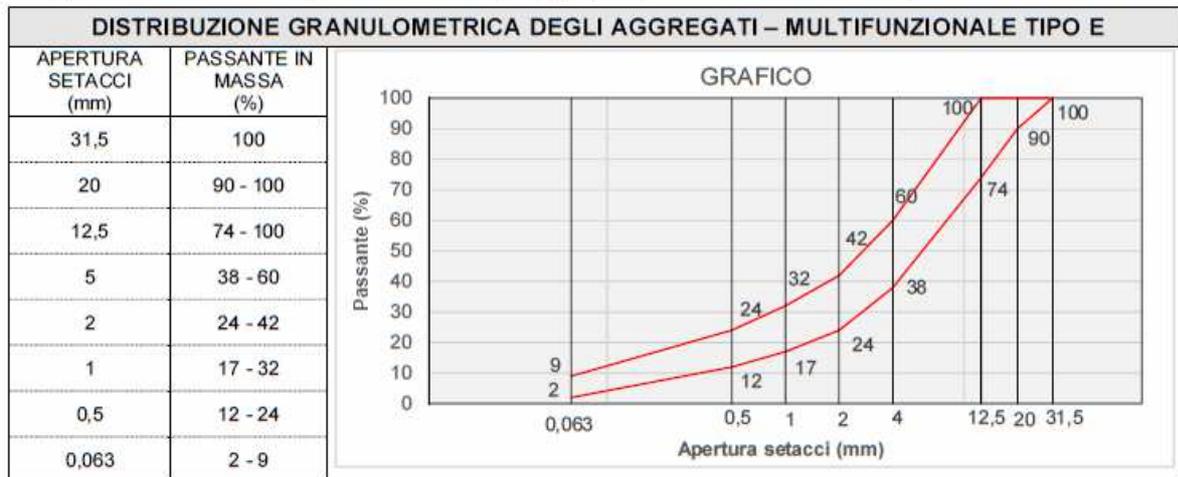
Prospetto 14 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per BINDER tipo B



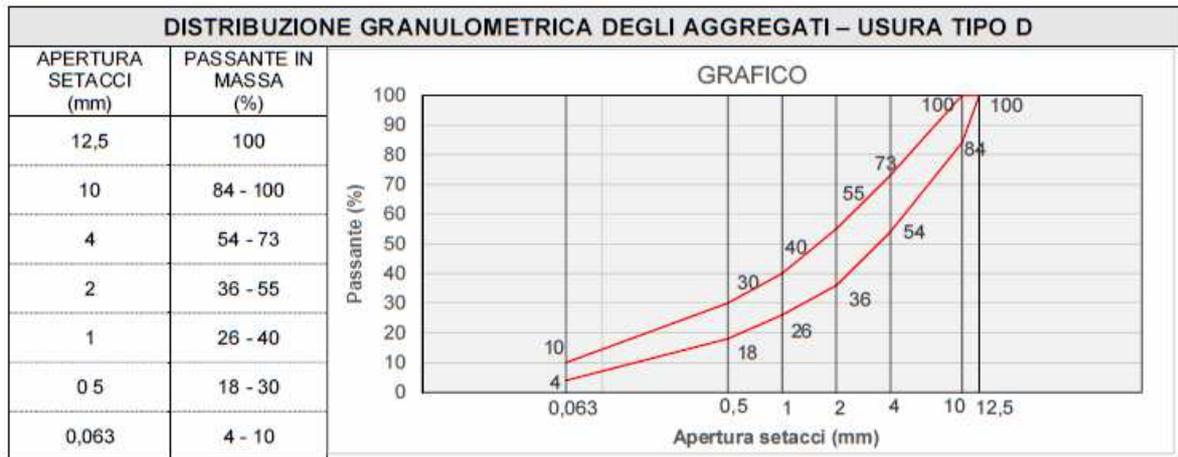
Prospetto 15 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per BINDER tipo B-AM Alte prestazioni



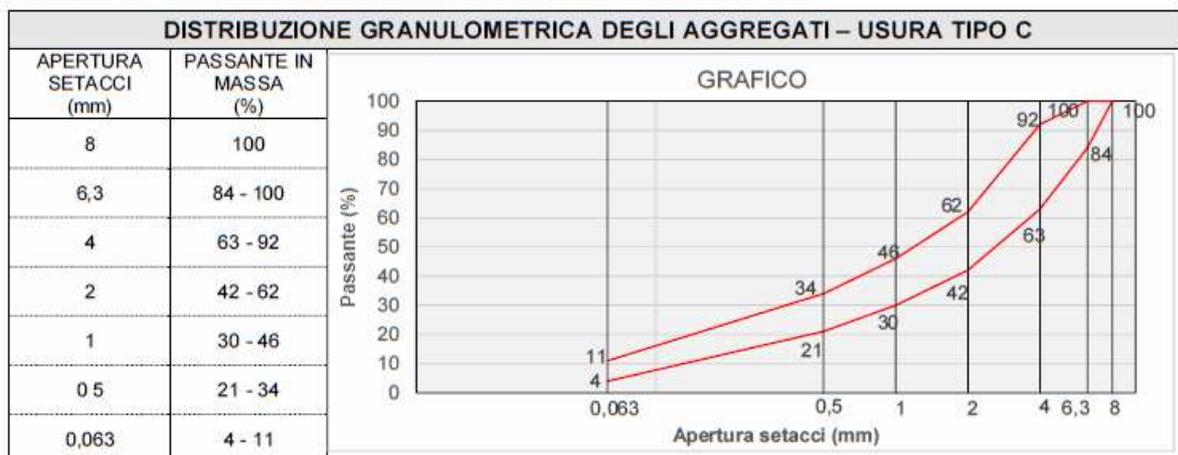
Prospetto 16 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per MULTIFUNZIONALE tipo E



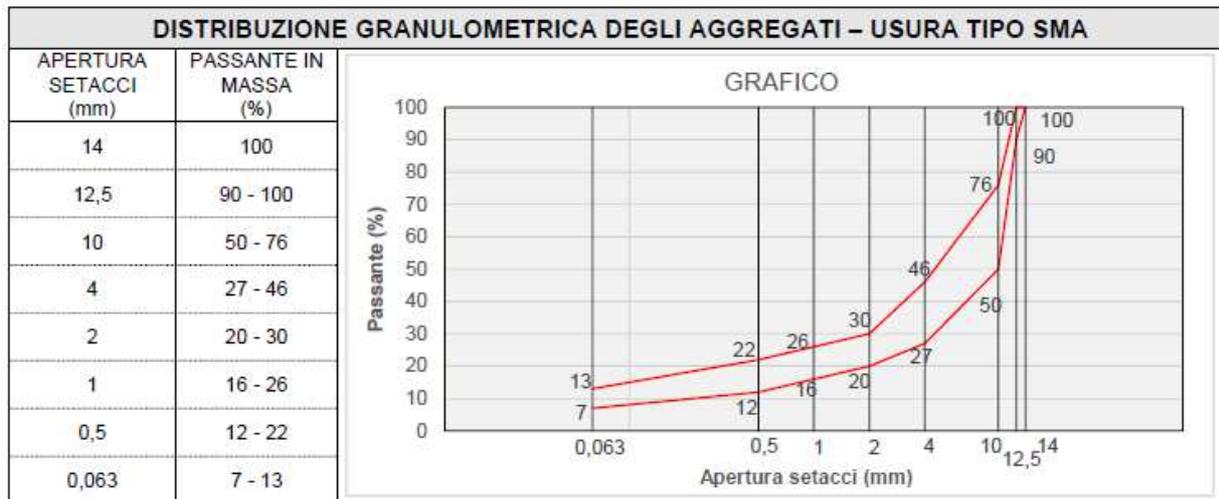
Prospetto 17 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURE tipo D



Prospetto 18 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA tipo C



Prospetto 19 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA tipo SMA



La distribuzione granulometrica dei conglomerati bituminosi comprende gli aggregati del granulato di conglomerato bituminoso e gli aggregati aggiunti.

1.3.4 CONTENUTO DI LEGANTE

La miscela bituminosa ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante conforme a quanto riportato nel prospetto 20, per i conglomerati bituminosi per strati di base, binder e multifunzionale, e nel prospetto 21, per i conglomerati bituminosi per strati superficiali di usura.

Prospetto 20 – Contenuto di legante del conglomerato bituminoso (strati di base, binder e unici)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	TIPO A	TIPO B	TIPO B-AM	TIPO E
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥4,0 (B _{min4,0})	≥4,4 (B _{min4,4})	≥5,0 (B _{min5,0})	≥4,8 (B _{min4,8})

Prospetto 21 - Contenuto di legante del conglomerato bituminoso (strati superficiali di usura)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	TIPO D	TIPO C	TIPO SMA
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥5,2 (B _{min5,2})	≥5,2 (B _{min5,2})	≥5,8 (B _{min5,8})

Il legante contenuto nella miscela include il bitume del conglomerato di recupero ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Il contenuto ottimale di legante dovrà essere determinato mediante studio di miscela (mix design), preferibilmente secondo il metodo volumetrico mediante pressa giratoria al taglio (UNI EN 12697-31), o, in alternativa, secondo il metodo Marshall (UNI EN 12697-34).

I conglomerati bituminosi tipo binder ad elevate prestazioni e tipo SMA devono essere qualificati esclusivamente con il metodo volumetrico.

Per entrambi i metodi lo studio di ogni miscela (punto 1.3.2) dovrà comprendere la determinazione dei requisiti volumetrici, meccanici e prestazionali al variare del contenuto di legante per almeno n. 4 percentuali differenti. I provini dovranno essere compattati alle temperature previste per la produzione in scala reale, come definito nel prospetto 27, in base al tipo di conglomerato (a caldo o a tiepido). La temperatura di preparazione del provino dovrà essere riportata nei rapporti di prova.

I requisiti previsti con applicazione del metodo volumetrico sono riportati nel prospetto 22.

Prospetto 22 – Requisiti della miscela con applicazione metodo volumetrico (UNI EN 12697-31)

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	TIPI	VALORE
Contenuto vuoti a 10 rotazioni (N1 - iniziale)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	A, B, E, C, D	>9 (V _{10G_{min9}})
				SMA	>8 (V _{10G_{min8}})
Contenuto vuoti a 100 rotazioni (N2 – medio)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	A, B, E, C, D	da 3 a 6 (V _{min3} - V _{max6})
				SMA	da 2 a 5 (V _{min2} - V _{max5})
Contenuto vuoti a 180 rotazioni (N3 finale)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	Tutti i tipi	≥2 (V _{min2})
NOTE I parametri di configurazione del procedimento sono conformi alla norma UNI EN 12697-31 (angolo di rotazione, carico, diametro del provino, velocità di rotazione)					

I requisiti previsti con applicazione del metodo Marshall, suddivisi per tipo di conglomerato e tipo di bitume, sono riportati nel prospetto 23.

Prospetto 23 – Requisiti della miscela con applicazione metodo Marshall (UNI EN 12697-34)

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	CONGLOMERATI BITUMINOSI	
				con bitume BTQ	con bitume PMB
Stabilità	UNI EN 12697-34	S	kN	>8,0 S _{min8}	>10,0 S _{min10}
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	S/F	kN/mm	da 2,5 a 4,0	da 3,0 a 4,5
					da 1,5 a 3,5 (SMA) da 3 a 6
Contenuto di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V	%	da 3 a 6	(V _{min3} - V _{max6})
				(V _{min3} - V _{max6})	da 2 a 5 (SMA) (V _{min2} - V _{max5})
NOTE I requisiti sono determinati su provini preparati in conformità alla norma UNI EN 12697-30 con un numero di 75 colpi per faccia					

Il contenuto effettivo di legante impiegato dovrà essere esplicitato nello studio di miscela (punto 1.3.2).

1.3.5 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

I conglomerati bituminosi dovranno soddisfare i requisiti prestazionali riportati nel prospetto 24 (Base A, Binder B, Binder B alte prestazioni), nel prospetto 25 (Multifunzionale E), nel prospetto 26 (superficiale di usura D, DM, SMA).

Prospetto 24 – Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi (Base e binder)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	BASE A (BTQ)	BASE A (PMB)	BINDER B (BTQ)	BINDER B (PMB)	BINDER B (PMB-AM)
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 – 1.600	950 – 1.700	700 – 1.600	950 – 1.700	1.400 – 2.200
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤22.000	≤20.000	≤22.000	≤20.000	≤16.000
Modulo di rigidezza (a 20°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	3.000–10.000	4.000–9.000	3.000 – 12.000	5.000 – 10.000	7.000 – 10.000
Modulo di rigidezza (a 40°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≥1.000	≥2.000	≥1.000	≥2.000	≥3.000
NOTE								
– I provini sono preparati con pressa giratoria al taglio con numero intermedio di rotazioni N2 = 100 alla temperatura dichiarata nello studio preliminare di miscela								

Prospetto 25 - Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi (Multifunzionale)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	MULTI-FUNZ. E (BTQ)	MULTI-FUNZ. E (PMB)
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 – 1.500	1.000 – 1.800
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤22.000	≤20.000
Modulo di rigidezza (a 20°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	3.000 – 12.000	5.000 – 10.000
Modulo di rigidezza (a 40°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≥1.000	≥2.000
NOTE					
– I provini sono preparati con pressa giratoria al taglio con numero intermedio di rotazioni N2 = 100 alla temperatura dichiarata nello studio preliminare di miscela					

Prospetto 26 - Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi (Superficiale di usura)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	USURA C (BTQ)	USURA D (BTQ)	USURA DM (PMB)	USURA SMA (PMB)
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 – 1.400	700 – 1.400	1.300 – 2.000	900 – 1.700
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤14.000	≤14.000	≤12.000	≤12.000
Modulo di rigidezza (a 20°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	3.000 – 8.000	3.000 – 8.000	4.000 – 7.000	4.000 – 7.000
Modulo di rigidezza (a 40°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≥700	≥700	≥1.000	≥1.000
NOTE							
– I provini sono preparati con pressa giratoria al taglio con numero intermedio di rotazioni N2 = 100 alla temperatura dichiarata nello studio preliminare di miscela							

1.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA

Il processo di produzione in fabbrica dovrà essere sottoposto ad un sistema di controllo in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 13108 parte 21 “Miscele bituminose. Specifiche del materiale – Controllo della produzione in fabbrica”;

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti, sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi. La frequenza minima di controlli sul prodotto è richiesta di “livello Z”, secondo quanto definito nell'appendice A della norma UNI EN 13108 parte 21.

Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione dell'impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità al fine di assicurare l'efficacia delle fasi di essiccazione e riscaldamento degli aggregati, di dosaggio dei materiali costituenti e di miscelazione.

L'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quanto indicato nello studio di miscela presentato ai fini dell'accettazione (punto 1.3.2).

Il dosaggio dei materiali costituenti dovrà essere eseguito, a seconda del materiale, in massa o in volume mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere verificata con frequenza almeno annuale o in caso di necessità, al fine di assicurare la continua idoneità allo scopo. La taratura delle apparecchiature deve essere effettuata rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

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

In fase di produzione le temperature dei materiali costituenti e delle miscele, a caldo e a temperatura ridotta, devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 27.

Prospetto 27 – Temperature dei materiali costituenti e delle miscele in fase di produzione

TIPO LEGANTE	TEMPERATURE IN FASE DI PRODUZIONE	UM	MISCELE A CALDO (HMA)	MISCELE A TEMP. RIDOTTE (WMA)
MISCELE CON BITUME TAL QUALE	Temperatura degli aggregati (misurata nella tramoggia degli aggregati riscaldati, prima dello scarico nel mescolatore)	°C	da 150 a 180 ¹⁾	da 120 a 150 ¹⁾
	Temperatura del bitume (misurata nella vasca di dosaggio)	°C	da 150 a 160	Da dichiarare in base alla tecnica utilizzata
	Temperatura delle miscele (misurata allo scarico da mescolatore)	°C	<180	<160
MISCELE CON BITUME MODIFICATO	Temperatura degli aggregati (misurata nella tramoggia degli aggregati riscaldati, prima dello scarico nel mescolatore)	°C	da 160 a 180*	da 130 a 160*
	Temperatura del bitume (misurata nella vasca di dosaggio)	°C	da 160 a 170*	Da dichiarare in base alla tecnica utilizzata
	Temperatura delle miscele (misurata allo scarico da mescolatore)	°C	<180	<160
NOTE: ¹⁾ in caso di impiego di granulato di conglomerato bituminoso la temperatura degli aggregati può essere innalzata fino ad un massimo di 230°C, per le miscele a caldo, e un massimo di 180°C, per le miscele a temperatura ridotta.				

La misurazione della temperatura delle miscele deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 12697 parte 13, preferibilmente mediante utilizzo di termometri con sonda ad immersione, periodicamente sottoposti a taratura rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

1.5 REQUISITI DI POSA IN OPERA DELLA MISCELA

L'attività costruttiva di realizzazione dello strato comprende le fasi di trasporto, stesa del materiale e compattazione.

In fase di posa in opera le temperature delle miscele, a caldo e a temperatura ridotta, devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 28.

Prospetto 28 - Temperature delle miscele in fase di posa in opera

TIPO LEGANTE	TEMPERATURE IN FASE DI STESA	UM	MISCELE A CALDO (HMA)	MISCELE A TEMP. RIDOTTE (WMA)
MISCELE CON BITUME TAL QUALE	Temperatura della miscela (misurata dietro la vibrofinitrice)	°C	>140	>110
MISCELE CON BITUME MODIFICATO	Temperatura della miscela (misurata dietro la vibrofinitrice)	°C	>150	>120

La misurazione della temperatura deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 12697 parte 13, preferibilmente mediante utilizzo di termometri con sonda ad immersione periodicamente sottoposti a taratura rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

La stesa deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli che possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. **In particolare, per “condizioni meteorologiche sfavorevoli” si intendono le condizioni che comprendono gli eventi di precipitazione atmosferica (es. pioggia, neve, ecc.) e/o la presenza di temperature ambientali, atmosferiche e del supporto (piano di appoggio dello strato), incompatibili con la regolare esecuzione delle fasi di stesa del materiale e di compattazione dello strato per assicurare i requisiti prestazionali richiesti dalle presenti prescrizioni tecniche.**

1.5.1 LAVORAZIONI PRELIMINARI

Prima della posa in opera del conglomerato bituminoso devono essere effettuate tutte le lavorazioni necessarie per la preparazione del piano di appoggio.

In caso di posa del conglomerato bituminoso su fondazione stradale o su strato di base (non legata o legata con legante idraulico), il piano di appoggio dovrà essere precedentemente predisposto con le sagome definitive nei profili longitudinali e trasversali alle fasce di stesa in conformità alle quote definite nel progetto o disposte dalla DL. In particolare, dovrà essere posta attenzione alla definizione dei piani complanari per garantire lo scarico delle acque superficiali a bordo strada e/o nei punti di raccolta. Le pendenze trasversali devono essere conformi alla norma di riferimento² e comunque tali da assicurare lo scorrimento superficiale delle acque. Salvo diverse disposizioni motivate dal progettista o dalla DL non è consentita la sagomatura del piano contestuale alla posa del conglomerato bituminoso.

In caso di posa del conglomerato bituminoso su altro strato della pavimentazione in conglomerato bituminoso la superficie dovrà essere perfettamente pulita ed eventualmente regolarizzata con strato di risagomatura necessario per la chiusura di buche o avvallamenti o per la formazione delle pendenze trasversali o longitudinali.

Il progettista dovrà prevedere la realizzazione dello strato di interconnessione, mano d'attacco, per assicurare l'adesione fra gli strati (punto 3.2).

Il progettista dovrà valutare l'opportunità e la fattibilità di esecuzione dello strato di interconnessione, mano di impregnazione, con la fondazione per migliorare la prestazione strutturale (punto 3.3).

Le caratteristiche di portanza degli strati profondi sono definite nella parte A e nella parte B delle presenti prescrizioni tecniche in base allo strato ed alle caratteristiche del traffico veicolare.

² Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 6792 del 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche delle strade”

L'impresa dovrà segnalare alla DL eventuali difetti di portanza o anomalie di configurazione piano-altimetrica.

1.5.2 TRASPORTO

Il trasporto del conglomerato bituminoso, dall'impianto di produzione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. I cassoni dei mezzi devono essere sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

Non è consentito lo spargimento di gasolio sul cassone e sulle attrezzature di scarico. Al fine di evitare incrostazioni sulle superfici dovranno essere utilizzate altre sostanze detergenti idonee a tale scopo e compatibili con l'ambiente.

Deve essere garantita l'alimentazione continua del materiale mediante corretto dimensionamento della flotta di autocarri adibiti al trasporto.

1.5.3 STESA

La stesa del conglomerato bituminoso viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza, dotate di automatismi di autolivellamento e di sistemi di precompattazione efficaci (vibranti e tamper).

L'avanzamento della stesa dovrà essere commisurato al tipo di materiale e allo spessore dello strato. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4 - 5 m/min garantendo l'alimentazione continua del conglomerato.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali ottenuti, ove possibile nei casi di più fasce longitudinali adiacenti, mediante tempestivo affiancamento della strisciata alla precedente. Qualora il bordo risulti danneggiato o arrotondato si dovrà procedere con il taglio verticale mediante idonea attrezzatura e con la spruzzatura di emulsione bituminosa cationica per mano d'attacco.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere o per soste prolungate con raffreddamento del materiale, devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

1.5.4 COMPATTAZIONE

La fase di compattazione dello strato deve iniziare immediatamente dopo la stesa e deve essere condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di massa adeguata e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dell'addensamento previsto.

La compattazione dovrà essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere l'addensamento uniforme in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e ondulazioni.

1.6 REQUISITI DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato in conformità alle sezioni e profili di progetto ed il piano superficiale dovrà presentarsi in qualunque direzione privo di irregolarità e ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono riferite ai seguenti requisiti: addensamento della miscela, planarità e aderenza del piano superficiale, spessore dello strato.

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti dello strato suddivisi per caratteristiche.

1.6.1 ADDENSAMENTO DELLA MISCELA

L'addensamento della miscela in opera sarà determinato secondo il metodo dei vuoti residui con metodo distruttivo mediante carotaggio della pavimentazione e dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 29.

Prospetto 29 – Requisiti di addensamento dello strato (contenuto di vuoti residui)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	BASE BINDER MULTI-FUNZ.	USURE	USURA (SMA)
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 8	< 7	< 6
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 9	< 8	< 7
NOTE: Il contenuto dei vuoti residui è determinato nelle carote prelevate dalla pavimentazione con diametro di 150mm						

1.6.2 CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

Le caratteristiche superficiali dello strato, planarità e aderenza, saranno determinate in situ mediante prove non distruttive e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 30.

Prospetto 30 - Requisiti del piano superficiale (planarità e aderenza)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	BASE BINDER MULTI-FUNZ.	USURE	USURA (SMA)
Regolarità della superficie (regolo da 4.000 mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5*	< 5	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-	≥60	≥60
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-	≥0,40	≥0,50
NOTE *Requisito da applicare solo nel caso di contatto diretto con traffico veicolare						

1.6.3 SPESSORE

Lo spessore dello strato sarà determinato con metodo distruttivo mediante carotaggio della pavimentazione e dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 31.

Prospetto 31 – Spessore dello strato

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme al progetto
NOTE: Lo spessore dello strato (o degli strati) è determinato mediante carotaggio dalla pavimentazione con carote di diametro minimo di 100mm				

Nella determinazione dello spessore il Progettista dovrà considerare il criterio da adottare e la dimensione massima degli aggregati impiegati nella miscela (prospetto 2) per evitare di pregiudicare le caratteristiche volumetriche e prestazionali dello strato.

2. CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO A FREDDO

AVVERTENZE SOSTANZIALI

Nei paragrafi seguenti sono riportate le informazioni di base per la corretta selezione dei prodotti, qualifica e controllo delle caratteristiche inerenti il conglomerato bituminoso prodotto e steso a freddo.

Il prodotto è classificato come segue:

- **Miscela prodotta a freddo – (CMA)**: miscela prodotta alla temperatura ambiente con impiego di aggregati e granulato di conglomerato bituminoso non riscaldati e legante bituminoso eventualmente riscaldato in base al tipo (emulsione bituminosa o bitume espanso - schiumato).

Il prodotto è impiegato per la realizzazione dello strato di base legata con legante bituminoso.

2.1.1 QUALIFICAZIONE DEL PRODOTTO

Il conglomerato bituminoso riciclato, prodotto e steso a freddo, è costituito da una miscela di granulato di conglomerato bituminoso, proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, miscelato a freddo con eventuali aggregati di integrazione e additivi funzionali ed è legato con emulsione bituminosa modificata e cemento o con bitume espanso (bitume schiumato).

Il prodotto è idoneo per l'esecuzione dello strato di base o di sottobase di una sovrastruttura stradale. Di norma, sopra lo strato realizzato con conglomerato bituminoso riciclato devono essere posizionati gli strati della pavimentazione in conglomerato bituminoso prodotto a caldo (eventuale strato di base; di norma lo strato di collegamento).

Il materiale è prodotto mediante appositi impianti, tecnologicamente meno complessi rispetto a quelli utilizzati per la produzione di miscele bituminose a caldo, in quanto non necessitano di apparecchiature per il riscaldamento del bitume e per l'essiccazione degli aggregati. Il materiale può essere anche prodotto facendo uso di un impianto di produzione a caldo, senza riscaldamento dei costituenti, ma con utilizzo del mescolatore.

Il materiale è steso mediante vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Il Progettista dovrà procedere con il dimensionamento dello strato sulla base delle caratteristiche di portanza del sottofondo, delle condizioni di traffico e di carico della struttura interessata, della durata prevista e degli strati portanti e sovrapposti in conglomerato bituminoso.

Ultimate le fasi di stesa e di compattazione dello strato, è necessario consentire la maturazione del materiale con completa evaporazione dell'acqua, prima di procedere con la sovrapposizione degli altri strati della pavimentazione e con il transito di veicoli pesanti.

Al fine di proteggere lo strato da precipitazioni atmosferiche è opportuno trattare la superficie con una mano di emulsione bituminosa per impregnazione (sovrastabilizzata) come specificata al punto 3.3.

2.1.2 DESIGNAZIONE DEL PRODOTTO

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo è designato come riportato nel prospetto 32:

Prospetto 32 – Designazione del conglomerato bituminoso riciclato a freddo

CODICE	D ₁)	STRATO	DESCRIZIONE	LEGANTE
CB-R	40	Base o sottobase	Conglomerato bituminoso riciclato a freddo	Emulsione da bitume modificato C 60 BP 5 o Bitume 70/100 espanso (sottoposto a procedimento di schiumatura)
NOTE ¹⁾ Diametro caratteristico della dimensione dell'aggregato grosso				

2.1.3 CONTENUTO DI MATERIALE RICICLATO, RECUPERATO O SOTTOPRODOTTI

Il produttore può impiegare materie riciclate, recuperate o sottoprodotti purché risultino conformi alle prescrizioni di qualifica dei materiali costituenti di cui al punto 2.2.

Nel caso di impiego di tali materiali il produttore deve dimostrare il valore percentuale del contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti. Ai fini della dimostrazione si ritiene valido uno dei seguenti metodi, a scelta del produttore:

- a) una certificazione di prodotto rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti";
- b) una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma UNI EN ISO 14021 validata da un Organismo di valutazione della conformità;
- c) una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025 con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo.

Le evidenze documentali di contenuto del materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto devono essere incluse nello studio preliminare della singola miscela.

La DL dovrà procedere con la determinazione della massa complessiva di materiali recuperati impiegati nell'opera.

2.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

2.2.1 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Nel conglomerato bituminoso riciclato dovrà essere impiegato il conglomerato bituminoso di recupero (RA) proveniente dalla fresatura, a freddo, di pavimentazioni. Il granulato di conglomerato bituminoso, ottenuto dalle operazioni di trattamento del conglomerato bituminoso di recupero, dovrà essere qualificato in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Norma tecnica UNI EN 13108 “Miscele bituminose - Specifiche del materiale – Parte 8 Conglomerato bituminoso di recupero”;
- Specifica tecnica UNI/TS 11688 “Criteri di qualificazione e impiego del conglomerato bituminoso di recupero proveniente dalla rimozione di pavimentazioni esistenti”;
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- Decreto ministeriale 28 marzo 2018, n. 69 √Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell’articolo 184 - ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152” (da applicare nel caso di qualifica del granulato come cessazione della qualifica di rifiuto – End of Waste EoW).

Con qualsiasi percentuale di impiego e tipo di qualifica (sottoprodotto o EoW), il granulato di conglomerato bituminoso dovrà soddisfare i requisiti tecnici e ambientali riportati nel prospetto 33.

Prospetto 33 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nel conglomerato riciclato a freddo

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione del legante)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione del legante) ai setacci 1,4D, D, 2mm, 0,063mm	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1 – G2	%	< 1% (F _i)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2
NOTE				
– I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo il DM 69/18				

I rapporti delle prove di qualifica per la determinazione dei requisiti specificati nel prospetto precedente devono essere inclusi nello studio preliminare della miscela (punto 2.3).

2.2.2 AGGREGATI DI INTEGRAZIONE

Qualora la composizione granulometrica della miscela non rientrasse nei limiti di accettazione previsti, il Produttore deve intervenire mediante l'aggiunta di aggregati di integrazione.

Gli aggregati di integrazione dovranno essere corredati della Marcatura CE in conformità al Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), secondo il sistema di attestazione previsto (VVCP di livello 2+), con controllo della produzione effettuato in conformità all'allegato ZA della norma armonizzata UNI EN 13043.

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 di integrazione da impiegare nella produzione del conglomerato bituminoso riciclato a freddo dovranno essere aggregati naturali e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 34.

Prospetto 34 – Requisiti degli aggregati di integrazione nella produzione del conglomerato riciclato a freddo

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORE
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 30 (FI ₃₀)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 30 (SI ₃₀)
Massa volumica delle particelle	UNI EN 1097-6	MV	Mg/m ³	Valore dichiarato
NOTE				
– I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13043				

2.2.3 LEGANTE BITUMINOSO

Il legante impiegato nella produzione del conglomerato bituminoso riciclato a freddo è un'emulsione bituminosa modificata o, in alternativa, bitume espanso (o bitume schiumato). Il legante deve essere qualificato in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 12597 “Bitumi e leganti bituminosi – Terminologia”;
- Norma armonizzata UNI EN 13808 “Bitumi e leganti bituminosi – Quadro di riferimento delle specifiche per le emulsioni cationiche bituminose” (norma di qualifica per emulsione bituminosa modificata);
- Norma armonizzata UNI EN 12591 “Bitumi e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali” (norma di qualifica per bitume tal quale da sottoporre a procedimento di schiumatura).

I leganti bituminosi (emulsione bituminosa o bitume) dovranno essere corredati della Marcatura CE in conformità al Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), secondo il sistema di attestazione previsto (VVCP di livello 2+), con controllo della produzione effettuato in conformità all'allegato ZA delle norme armonizzate UNI EN 13808 o UNI EN 12591.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 “Campionamento di leganti bituminosi”.

2.2.3.1 Emulsione bituminosa modificata

L'emulsione bituminosa modificata può essere ottenuta mediante impiego di bitume modificato con polimeri o modificata mediante impiego di lattici.

L'emulsione bituminosa modificata da impiegare nella produzione del conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo deve essere classificata con la seguente designazione C60BP10 e deve soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 35.

Prospetto 35 – Requisiti dell'emulsione bituminosa modificata C60BP10 impiegata nel conglomerato riciclato a freddo

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Polarità	UNI EN 1430	-	-	Positiva
Grado di acidità	UNI EN 12850	pH	-	da 2 a 4
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV	-	> 170 (Classe 5)
Contenuto di legante	UNI EN 1428	W	%	da 58 a 62 (Classe 6)
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	r	%	≥58 (Classe 6)
Stabilità con cemento	UNI EN 12848	Sc	g	≤ 2 (Classe 2)
Tempo di efflusso (2mm a 40°C)	UNI EN 12846	t	s	da 40 a 130 (Classe 4)
Residuo al setaccio (0,5mm)	UNI EN 1429	R0,50	%	≤0,2 (Classe 3)
Coesione per resistenza a trazione tramite dutilometro a 10°C (nel caso di bitume modificato)	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm2	≥ 2 (Classe 6)
Coesione per resistenza a trazione tramite dutilometro a 5°C (nel caso di emulsione modificata con lattice)	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm2	≥ 2 (Classe 3)
Tendenza alla sedimentazione (dopo 7 giorni)	UNI EN 12847	ST	%	≤10 (Classe 3)

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
CARATTERISTICHE DEL LEGANTE RECUPERATO PER EVAPORAZIONE (UNI EN 13074-1)				

Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	x	0,1 mm	≤100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	x	°C	≥55 (Classe 3)
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	RE	%	≥50 (Classe 5)
NOTE				
– I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13808				

2.2.3.2 Bitume espanso (o schiumato)

In alternativa all'emulsione bituminosa modificata, nella produzione di conglomerato riciclato prodotto e steso a freddo può essere impiegato, come legante, il bitume espanso ottenuto mediante procedimento di schiumatura di bitume semisolido per applicazioni stradali con classe di penetrazione 70/100.

Il procedimento di schiumatura del bitume è realizzato con apposite apparecchiature presso l'impianto di produzione del conglomerato bituminoso.

Il bitume da sottoporre a schiumatura per l'impiego nella produzione del conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo deve soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 36.

Prospetto 36 – Requisiti del bitume da sottoporre a schiumatura

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1 mm	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤-10
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≤ 0,20
RESISTENZA ALL'INDURIMENTO PER EFFETTO DEL CALORE E DELL'ARIA (UNI EN 12607-1, metodo RTFOT)				
Variazione in massa (M_2/M_1*100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5
Variazione della penetrazione residua (P_2/P_1*100)	UNI EN 1426	P	%	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T_2-T_1)	UNI EN 1427	T	°C	≤10

La schiumatura del bitume si ottiene mediante introduzione controllata di acqua, ad una determinata temperatura e pressione, con sviluppo in espansione del bitume stesso.

Il bitume deve possedere le caratteristiche di espansione in un campo di temperatura (prima dell'espansione) compreso tra 170°C e 190°C e aggiunta di una quantità di acqua compresa tra 1% e 4%, in massa sul bitume. Le caratteristiche di schiumatura del bitume espanso devono soddisfare i requisiti definiti nel prospetto 37.

Prospetto 37 – Requisiti dell'espansione del bitume per schiumatura

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORE
Rapporto di espansione	Procedimento empirico	ER _m	%	≥20
Tempo di semitrasformazione (tempo in cui si dimezza l'espansione del bitume)	Procedimento empirico	t _{1/2}	s	≥25

2.2.4 ADDITIVI

Gli additivi sono aggiunti alla miscela in fase di produzione e/o precedentemente nel legante bituminoso per conferire determinate qualità, proprietà fisiche e/o meccaniche al prodotto. L'impiego di additivi è finalizzato ad assicurare le caratteristiche prestazionali richieste per la miscela, migliorare la lavorabilità dei materiali (stesa e compattazione) e migliorare la durabilità della pavimentazione.

Gli additivi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla norma tecnica UNI 11837 "Criteri di qualificazione, controllo e impiego di additivi per miscele legate a bitume per la formazione di strati di sovrastrutture per infrastrutture di trasporto".

La documentazione di qualificazione dovrà essere allegata allo studio di miscela (punto 2.3.1).

Le modalità di impiego degli additivi dovranno essere attuate secondo quanto previsto dal produttore degli additivi e le apparecchiature di dosaggio (in massa o in volume) dovranno essere sottoposte a calibrazione e taratura periodica per assicurare il corretto impiego nei quantitativi definiti mediante studio preliminare.

2.2.4.1 Additivo flussante per bitume invecchiato

Il bitume invecchiato presente nel granulato di conglomerato bituminoso ha viscosità e rigidità maggiori rispetto a quelle originarie, con effetto di riduzione delle prestazioni.

Nella produzione di conglomerato riciclato è previsto l'impiego di un additivo flussante per bitume invecchiato ossia un fluidificante a base oleosa con funzione di riduzione della viscosità del bitume presente nel conglomerato di recupero. La presenza di oli flussanti migliora la lavorabilità del bitume con effetto anche sulle proprietà adesive del mastice bituminoso

Il tipo di additivo flussante e la quantità di impiego sono determinate mediante studio preliminare della miscela (punto 2.3.1), al fine di assicurare le caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso, come definito nel prospetto 39.

2.2.4.2 Additivo rigenerante per bitume invecchiato

La viscosità del legante bituminoso presente nel granulato di conglomerato bituminoso deve essere riequilibrata con riattivazione delle caratteristiche del bitume invecchiato

mediante impiego di additivi rigeneranti. Tali additivi consentono di reintegrare le componenti chimico- fisiche del legante bituminoso ossidato presente nel granulato di conglomerato bituminoso.

Il tipo di additivo rigenerante il bitume invecchiato e la quantità di impiego sono determinate mediante studio preliminare della miscela (punto 2.3.1), al fine di assicurare le caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso, come definito nel prospetto 40.

2.2.4.3 Additivo schiumogeno

Nel caso di applicazione della tecnologia di impiego del bitume schiumato, finalizzata alla produzione a freddo di conglomerato bituminoso riciclato con la tecnica di espansione del bitume, è opportuno utilizzare un additivo schiumogeno per favorire la schiumatura del bitume aumentando il volume e il tempo di permanenza della schiuma nelle fasi di lavorazione.

Tale additivo agisce, in base alla natura chimica delle sostanze impiegate, sui parametri principali della schiumatura del bitume, ossia sul rapporto di espansione e sui tempi di dimezzamento (prospetto 37).

2.2.5 CEMENTO

L'impiego di emulsione bituminosa come legante presuppone l'aggiunta di cemento con funzione di additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di rottura dell'emulsione che divengono più o meno critici in relazione al tipo di applicazione.

Il cemento utilizzato deve essere un legante idraulico per impieghi stradali conforme alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norme armonizzate UNI EN 197 “Cemento – Parte 1: Composizione, specificazioni 3 criteri di conformità per cementi comuni”.

Il cemento deve avere classe di resistenza maggiore o uguale a 22,5 N.

2.2.6 ACQUA

L'acqua utilizzata, qualora non proveniente dalla rete idrica potabile, deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive, qualificata in conformità alla norma UNI EN 1008.

2.3 REQUISITI DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo dovrà essere qualificato mediante studio di miscela (mix design).

In analogia al tipo di materiale, conglomerato bituminoso, il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 12697 parte 27 “Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Campionamento”.

2.3.1 STUDIO DI MISCELA (MIX DESIGN)

Lo “studio di miscela” o mix design è l’insieme di attività di studio e di laboratorio che consente di definire la composizione di una miscela nel rispetto dei requisiti previsti nelle presenti prescrizioni tecniche.

Lo studio di miscela deve essere realizzato per il prodotto e per ogni impianto di produzione utilizzato per la fornitura del conglomerato bituminoso riciclato, prodotto e steso a freddo.

Lo studio di miscela deve comprendere:

- la qualificazione dei singoli materiali costituenti (punti 2.2);
- la composizione ottimale della distribuzione granulometrica della miscela di aggregati (punto 2.3.3);
- la composizione della miscela (quantità dei singoli materiali costituenti);
- le caratteristiche della miscela (punto 2.3.5).

Lo studio di miscela deve comprendere:

- il nome e indirizzo del produttore;
- data di emissione;
- l’identificazione dell’impianto di produzione;
- la designazione della miscela;
- la provenienza e la qualificazione dei singoli materiali costituenti (punto 2.2);
- la composizione della miscela (quantità dei singoli materiali costituenti, in percentuale);
- la composizione ottimale della distribuzione granulometrica della miscela di aggregati in conformità al punto 2.3.3;
- le caratteristiche della miscela (punto 2.3.4).

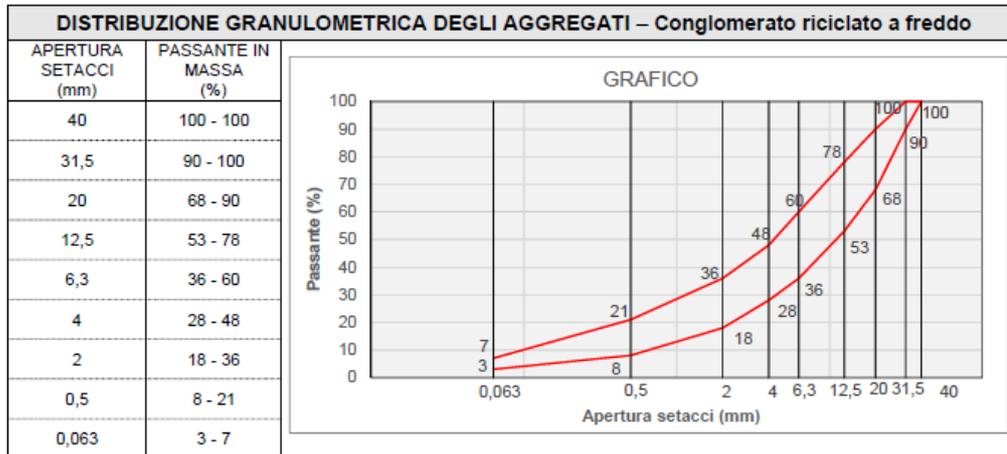
2.3.2 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI AGGREGATI

La miscela degli aggregati impiegati per la produzione del conglomerato bituminoso riciclato, comprensiva del conglomerato bituminoso di recupero e degli eventuali aggregati di integrazione, deve avere la composizione granulometrica, determinata in

conformità alla norma UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base +2.

La distribuzione granulometrica della miscela dovrà rientrare negli intervalli riportati nel prospetto 38.

Prospetto 38 – Distribuzione granulometrica degli aggregati per conglomerato bituminoso riciclato a freddo



2.3.3 CONTENUTO DI LEGANTE

Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo dovrà avere un contenuto minimo di legante residuo (bitume), aggiunto alla miscela oltre al legante contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso, conforme a quanto riportato nel prospetto 39.

Prospetto 39 – Contenuto di legante (bitume) del conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	VALORE
Contenuto di bitume aggiunto alla miscela (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1	B _{min}	%	≥3,0 (B _{min3,0})
NOTE Per "bitume aggiunto" si intende la differenza tra il bitume estratto dalla miscela, in conformità alla norma specificata, dedotto dal bitume contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso impiegato, come determinato in qualifica preliminare				

Il Produttore dovrà determinare il contenuto ottimale di legante residuo (bitume) da impiegare per soddisfare tutti i requisiti di seguito specificati mediante studio preliminare della miscela.

2.3.4 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 40.

Prospetto 40 – Requisiti del conglomerato bituminoso riciclato prodotto e steso a freddo

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	VALORE
Massa volumica della miscela	UNI EN 12697-6	ρ	kg/m ³	Valore dichiarato
Contenuto vuoti	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	Valore dichiarato
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	> 300
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	> 3 000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5
<p>NOTA</p> <p>I provini per la determinazione dei requisiti richiesti devono essere preparati come di seguito specificato:</p> <ul style="list-style-type: none"> -provini cilindrici con diametro di 150mm -compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni -maturazione per 72 ore a 40°C e sottoposti a prova a 20°C (dopo termostatazione di 4 ore a 20°C). 				

2.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso riciclato deve essere prodotto in impianti adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento.

L'impianto di produzione può essere del tipo fisso a terra o trasportabile e deve essere regolarmente autorizzato dalle autorità competenti.

Deve essere assicurata l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela (punto 2.3.1). L'area destinata al deposito dei materiali costituenti deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli dei materiali devono essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione dei diversi tipi. L'impianto deve essere dotato di un numero di predosatori pari al numero delle classi di aggregati e di granulato di conglomerato bituminoso utilizzate.

Il dosaggio dei materiali costituenti dovrà essere eseguito, a seconda del materiale, in massa o in volume mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere verificata con frequenza almeno annuale o in caso di necessità, al fine di assicurare la continua idoneità allo scopo. La taratura delle apparecchiature di dosaggio deve essere effettuata rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

Il tempo di miscelazione e la produzione oraria deve essere stabilita in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da assicurare un completo ed uniforme rivestimento del granulato di conglomerato bituminoso e degli aggregati con il legante bituminoso.

Gli additivi utilizzati dovranno essere impiegati secondo quanto definito dal produttore.

2.5 REQUISITI DI POSA IN OPERA DELLA MISCELA

L'attività costruttiva di realizzazione dello strato comprende le fasi di trasporto, stesa del materiale e compattazione che devono essere completate nei tempi di lavorabilità delle miscele. Nel caso di impiego di emulsione bituminosa la posa in opera della miscela dovrà essere attuata prima della fase di rottura dell'emulsione stessa.

La stesa deve essere sospesa in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli che possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. In particolare, per condizioni meteorologiche sfavorevoli si intendono le condizioni che comprendono gli eventi di precipitazione atmosferica (es. pioggia, neve, ecc.) che possono alterare le caratteristiche della miscela e/o la presenza di temperature ambientali o del supporto (piano di appoggio dello strato), che possono modificare i tempi di presa del legante sia per calore che per raffreddamento eccessivi.

In particolare, la posa in opera non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C.

2.5.1 TRASPORTO

Il trasporto del conglomerato bituminoso riciclato, dall'impianto di produzione al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci. I cassoni dei mezzi devono essere sempre dotati di telone di copertura per evitare alterazioni nel processo di presa del legante utilizzato.

Non è consentito lo spargimento di gasolio sul cassone e sulle attrezzature di scarico. Al fine di evitare incrostazioni sulle superfici dovranno essere utilizzate altre sostanze detergenti idonee a tale scopo e compatibili con l'ambiente.

Deve essere garantita l'alimentazione continua del materiale mediante corretto dimensionamento della flotta di autocarri adibiti al trasporto.

2.5.2 STESA

La stesa del conglomerato bituminoso riciclato viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza, dotate di automatismi di autolivellamento e di sistemi di precompattazione efficaci (vibranti e tamper). La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici dovrà essere commisurata al tipo di materiale e allo spessore dello strato e comunque sempre inferiore alle indicazioni del costruttore. Le vibrofinitrici devono

lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

2.5.3 COMPATTAZIONE

La fase di compattazione dello strato deve iniziare immediatamente dopo la stesa e deve essere condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di massa adeguata e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dell'addensamento previsto per tale conglomerato.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un rullo gommato e di un rullo con cilindri metallici (o semigommato) con peso superiore a 18t per ogni rullo; la fase di compattazione deve essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

2.6 REQUISITI DELLO STRATO

Lo strato dovrà essere realizzato in conformità alle sezioni e profili di progetto e le caratteristiche che dovrà avere sono riferite ai seguenti requisiti: addensamento della miscela, dimensione dello strato (spessore).

2.6.1 ADDENSAMENTO

La caratteristica volumetrica di addensamento della miscela in opera sarà determinata mediante grado di compattazione per confronto tra l'addensamento ottimale (studio preliminare di miscela) e l'addensamento misurato in opera con carotaggio.

L'addensamento della miscela dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 41.

Prospetto 41 – Requisiti di addensamento dello strato

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORE RICHIESTO
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	-	%	> 95

Grado di compattazione (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	-	%	> 98
NOTE: Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio mediante studio preliminare (massimo addensamento teorico). Il contenuto dei vuoti residui è determinato nelle carote prelevate dalla pavimentazione con diametro di 150mm				

2.6.2 SPESSORE

Lo spessore dello strato sarà determinato con metodo distruttivo mediante carotaggio della pavimentazione e dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 42.

Prospetto 42 – Spessore dello strato

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	s	mm	Conforme al progetto
NOTE: Lo spessore dello strato (o degli strati) è determinato mediante carotaggio dalla pavimentazione con carote di diametro minimo di 100mm				

Nella determinazione dello spessore il Progettista dovrà considerare la dimensione massima degli aggregati impiegati nella miscela (prospetto 34) per evitare di pregiudicare le caratteristiche volumetriche e prestazionali dello strato.

3. ELEMENTI DI INTERCONNESSIONE

AVVERTENZE SOSTANZIALI

Nei paragrafi seguenti sono riportate le informazioni di base per la corretta selezione, qualifica e controllo dei prodotti impiegati nell'esecuzione degli elementi di interconnessione.

Gli strati legati di una pavimentazione flessibile in conglomerato bituminoso costituiscono il multistrato elastico lineare che deve essere solidale per corrispondere adeguatamente alle sollecitazioni indotte dal traffico. Gli elementi di interconnessione sono collocati tra due strati della sovrastruttura stradale con lo scopo di favorire e migliorare l'adesione strutturale tra gli strati.

Gli elementi di interconnessione specificati sono raggruppati in due categorie:

- **Mano d'attacco**, da impiegare tra due strati della pavimentazione in conglomerato bituminoso (conglomerati prodotti e stesi a caldo o a temperature ridotte e conglomerati riciclati a freddo) o tra uno strato di appoggio legato e uno strato da sovrapporre in conglomerato bituminoso;
- **Mano di impregnazione**, da impiegare tra uno strato di fondazione o di base non legata e uno strato in conglomerato bituminoso.

Il Progettista deve prevedere l'esecuzione della mano d'attacco, anche nel caso in cui gli strati della pavimentazione siano posati senza interruzioni.

Il Progettista deve valutare attentamente l'opportunità di realizzare la mano di impregnazione in base alle caratteristiche dell'opera e all'estensione delle aree interessate. La mano d'impregnazione trova utile impiego nella viabilità maggiore (traffico intenso e pesante) e, date le caratteristiche del prodotto, può essere applicata solo in aree chiuse al traffico con estensione continua significativa e mai puntuale. In generale la quantità minima di superficie continua da trattare non deve essere inferiore a 3.000m².

Nel presente capitolo non sono compresi gli elementi strutturali di rinforzo come, ad esempio, le reti. Attualmente sono disponibili numerose tipologie di sistemi di rinforzo strutturale ed il Progettista dovrà porre particolare attenzione alle caratteristiche dei prodotti e della compatibilità con le lavorazioni previste per l'opera al fine di rispondere correttamente alle specifiche esigenze.

3.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI

Gli elementi di interconnessione specificati nel presente capitolo appartengono alla categoria dei prodotti da costruzione e sono impiegati nella realizzazione delle pavimentazioni di aree soggette a traffico come strade, piste ciclopedonali, piazzali e aree di sosta.

I prodotti sono costituiti da leganti bituminosi ovvero emulsioni di bitume, normali o modificate, e devono soddisfare i requisiti stabiliti dalla norma armonizzata UNI EN 13808.

I prodotti forniti dovranno essere corredati della Marcatura CE secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente (VVCP, 2+).

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa ha l'obbligo trasmettere alla DL la documentazione tecnica dei prodotti che intende impiegare al fine della loro accettazione.

3.1.2 CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI

I prodotti impiegati come elementi di interconnessione si presentano allo stato liquido e sono stesi con apposite macchine spruzzatrici, dotate di impianto di riscaldamento per il mantenimento del prodotto alle temperature definite dal produttore per la corretta conservazione e utilizzo.

I prodotti specificati sono classificati e designati come riportato nel prospetto 43.

Prospetto 43 – Elementi di interconnessione e prodotti

ELEMENTO	PRODOTTO	DESIGNAZIONE ¹⁾
MANO D'ATTACCO	Emulsione bituminosa per mano d'attacco (da bitume tal quale)	C 55 B 3
	Emulsione bituminosa per mano d'attacco (da bitume modificato)	C 65 BP 3
MANO DI IMPREGNAZIONE	Emulsione bituminosa sovrastabilizzata (da bitume tal quale)	C 55 B 4

LEGENDA
C = emulsione bituminosa cationica (o acida) - nn = contenuto di legante - B = bitume - BP = bitume modificato - n = indice di rottura

3.2 MANO D'ATTACCO

La mano d'attacco consiste nell'applicazione di legante bituminoso sul piano di appoggio dello strato da realizzare con lo scopo di assicurare l'adesione ed il perfetto ancoraggio tra gli strati legati della pavimentazione.

Il legante da utilizzare per l'esecuzione della mano d'attacco è emulsione bituminosa nel tipo da selezionare, emulsione da bitume tal quale o da bitume modificato con polimeri, in base al conglomerato bituminoso da sovrapporre, secondo il criterio definito nel prospetto 44.

Prospetto 44 – Tipi di emulsione per mano d'attacco

TIPO DI EMULSIONE	TIPO DI BITUME ¹⁾	PRODOTTI ²⁾
EMULSIONE DA BITUME TAL QUALE	Conglomerato con bitume tal quale (BTQ)	TIPI A-c, A-t, B-c, B-t, E-c, E-t, D-c, D-t, C
EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO CON POLIMERI	Conglomerato con bitume con modificato con polimeri (BPM)	TIPI A-M-c, A-M-t, B-M-c, B-M-t, B-AM-c, B-AM-t, E-M-c, E-M-t, D-M-c, D-M-t, SMA-c, SMA-t
NOTA ¹⁾ Miscela bituminosa dello strato da sovrapporre alla mano d'attacco ²⁾ Classificazione secondo prospetto 3		

3.2.1 REQUISITI DEL PRODOTTO

I requisiti di accettazione dell'emulsione bituminosa, da bitume tal quale o da bitume modificato dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica armonizzata UNI EN 13808 “Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche per le emulsioni bituminose cationiche”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 “Bitumi e leganti bituminosi. Metodi di campionamento”.

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà trasmettere alla DL la documentazione tecnica per la qualificazione dei prodotti che intende utilizzare.

3.2.1.1 Emulsione bituminosa da bitume tal quale

L'emulsione bituminosa da bitume tal quale, impiegata per la realizzazione della mano d'attacco, dovrà essere di tipo cationico a rapida rottura e codificata come segue:

C 55 B 3

Il prodotto dovrà soddisfare i requisiti del prospetto 45.

Prospetto 45- Requisiti dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco da bitume tale quale

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Polarità	UNI EN 1430	-	-	Positiva (Classe 2)

Grado di acidità	UNI EN 12850	pH	-	2 – 4
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV	-	da 70 a 155 (Classe 3)
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	r	%	≥53 (Classe 5)
Contenuto di legante	UNI EN 1428	W	%	da 53 a 57 (Classe 5)
Tempo di efflusso (2mm a 40°C)	UNI EN 12846	t	S	da 15 a 70 (Classe 3)
Residuo al setaccio (0,5mm)	UNI EN 1429	R _{0,50}	%	≤0,2 (Classe 3)
Tendenza alla sedimentazione (dopo 7 giorni)	UNI EN 12847	ST	%	≤10 (Classe 3)
CARATTERISTICHE DEL LEGANTE RECUPERATO PER EVAPORAZIONE UNI EN13074-1				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	-	0,1 mm	≤100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	-	°C	≥43 (Classe 6)
NOTE I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13808				

3.2.1.2 Emulsione bituminosa da bitume modificato con polimeri

L'emulsione bituminosa da bitume modificato con polimeri, impiegata per la realizzazione della mano d'attacco, dovrà essere di tipo cationico a rapida rottura e designata come segue:

C 65 BP 3

Il prodotto dovrà soddisfare i requisiti del prospetto 46.

Prospetto 46 - Requisiti dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco da bitume modificato con polimeri

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Polarità	UNI EN 1430	-	-	Positiva (Classe 2)
Grado di acidità	UNI EN 12850	pH	-	2 – 4
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV	-	da 70 a 155 (Classe 3)
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	r	%	≥63 (Classe 7)
Contenuto di legante	UNI EN 1428	W	%	da 63 a 67 (Classe 7)
Tempo di efflusso (4mm a 40°C)	UNI EN 12846	t	S	da 5 a 70 (Classe 5)
Residuo al setaccio (0,5mm)	UNI EN 1429	R _{0,50}	%	≤0,2 (Classe 3)
Tendenza alla sedimentazione (dopo 7 giorni)	UNI EN 12847	ST	%	≤10 (Classe 3)
CARATTERISTICHE DEL LEGANTE RECUPERATO PER EVAPORAZIONE UNI EN13074-1				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	-	0,1 mm	≤100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	-	°C	≥60 (Classe 2)
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm ²	≥2 (Classe 6)
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	R _E	%	≥75 (Classe 4)
NOTE I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13808				

3.2.2 REQUISITI DELLA POSA IN OPERA

Prima di realizzare la mano d'attacco dovranno essere accuratamente rimosse tutte le impurità presenti mediante impiego di apposita macchina spazzatrice con rifiniture manuali ponendo attenzione anche ai bordi esterni e alle banchine pavimentate.

La quantità di emulsione bituminosa normalmente da impiegare per la realizzazione della mano d'attacco deve essere di:

- 0,35 kg/m² di bitume residuo, nel caso di stesa sopra pavimentazione non fresata;
- 0,40 kg/m² di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

Il prodotto deve essere spruzzato sulla superficie interessata mediante apposita autocisterna termica munita di dispositivo di riscaldamento, con barra di distribuzione e controllo del dosaggio in relazione alla velocità di avanzamento. Il ricorso a spruzzatrici manuali alimentate da fusti dovrà essere limitato ad interventi localizzati o inaccessibili ai mezzi.

Nel caso di impiego di emulsione bituminosa da bitume modificato la superficie trattata dovrà essere protetta mediante spargimento di aggregato fine o filler o latte di calce a caldo, al fine di preservare le caratteristiche della mano d'attacco ed evitare le alterazioni dovute al transito dei mezzi di cantiere.

In ogni caso la superficie interessata dalla mano d'attacco non dovrà essere resa transitabile ai mezzi di cantiere prima della completa rottura dell'emulsione.

Qualora la mano d'attacco venga rimossa, anche parzialmente, a causa del transito dei mezzi d'opera e degli autocarri impiegati per la stesa del conglomerato bituminoso, l'Impresa dovrà provvedere con la ripetizione della spruzzatura.

3.2.3 REQUISITI DI ANCORAGGIO DELLA MANO D'ATTACCO

L'efficacia di adesione sarà determinata mediante misurazione della forza di adesione fra gli strati con resistenza al taglio diretto su carote prelevate in situ.

L'ancoraggio tra gli strati dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 47.

Prospetto 47 – Requisiti di ancoraggio dell'emulsione bituminosa per mano d'attacco

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	MANO D'ATTACCO IN EMULSIONE	
				DA BITUME TAL QUALE	DA BITUME MODIFICATO CON POLIMERI
Legame fra gli strati	UNI EN 12697 – 48 (metodo al taglio)	SBT	kN	12	15

3.3 MANO DI IMPREGNAZIONE

La mano di impregnazione consiste nell'applicazione di emulsione bituminosa sulla superficie dello strato di fondazione in misto granulare non legato con lo scopo di penetrare nella parte superiore della fondazione, conferendo maggiore coesione e solidità con lo strato sovrapposto in conglomerato bituminoso.

La caratteristica sostanziale del prodotto è correlata al tempo di rottura dell'emulsione che non deve essere rapida per consentire al liquido di penetrare nei vuoti del materiale non legato, prima di coagulare. Le emulsioni per tale applicazione sono classificate come "emulsioni sovrastabilizzate".

3.3.1 REQUISITI DEL PRODOTTO

L'emulsione bituminosa da bitume tal quale, impiegata per la realizzazione della mano di impregnazione, dovrà essere di tipo cationico a rottura molto lenta (sovrastabilizzata) e codificata come segue:

C 55 B 4

Il prodotto dovrà soddisfare i requisiti del prospetto 48.

Prospetto 48- Requisiti dell'emulsione bituminosa per mano di impregnazione

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	VALORI
Polarità	UNI EN 1430	-	-	Positiva (Classe 2)
Grado di acidità	UNI EN 12850	pH	-	2 – 4
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV	-	da 110 a 195 (Classe 4)
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	r	%	≥53 (Classe 5)
Contenuto di legante	UNI EN 1428	W	%	da 53 a 57 (Classe 5)
Tempo di efflusso (2mm a 40°C)	UNI EN 12846	t	S	da 15 a 70 (Classe 3)
Residuo al setaccio (0,5mm)	UNI EN 1429	R _{0,50}	%	≤0,2 (Classe 3)
Tendenza alla sedimentazione (dopo 7 giorni)	UNI EN 12847	ST	%	≤10 (Classe 3)
CARATTERISTICHE DEL LEGANTE RECUPERATO PER EVAPORAZIONE UNI EN13074-1				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	-	0,1 mm	≤100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	-	°C	≥43 (Classe 6)
NOTE				
I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13808				

3.3.2 REQUISITI DELLA POSA IN OPERA

La quantità di emulsione bituminosa normalmente da impiegare per la realizzazione della mano di impregnazione deve essere di:

- 1,00 kg/m² di bitume residuo.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto.

Il prodotto deve essere spruzzato sulla superficie interessata mediante apposita autocisterna termica munita di dispositivo di riscaldamento, con barra di distribuzione e controllo del dosaggio in relazione alla velocità di avanzamento.

In ogni caso la superficie interessata dalla mano di impregnazione non dovrà essere resa transitabile ai mezzi di cantiere prima della completa rottura dell'emulsione secondo le indicazioni del produttore.

4. CONGLOMERATI BITUMINOSI A FREDDO PER RIPRISTINI LOCALIZZATI

AVVERTENZE SOSTANZIALI

Nei paragrafi seguenti sono riportate le informazioni di base per la corretta selezione, qualifica e controllo dei conglomerati bituminosi prodotti a caldo e stesi a freddo impiegati per l'esecuzione di ripristini localizzati della pavimentazione e chiusura di buche.

I conglomerati bituminosi a freddo per ripristini localizzati sono impiegati nell'esecuzione di interventi temporanei in caso di urgenza per consentire la transitabilità del piano, in attesa di interventi risolutivi di manutenzione della pavimentazione da realizzare nel più breve tempo possibile.

La durata in opera della pavimentazione realizzata con conglomerati bituminosi a freddo è ridotta rispetto alle pavimentazioni realizzate con conglomerati bituminosi prodotto e steso a caldo, in quanto strettamente collegata alla presenza di agenti flussanti che rendono lavorabile la miscela, ma riducono la resistenza alle azioni meccaniche nelle temperature di esercizio, specie alle temperature elevate.

4.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI

I conglomerati bituminosi specificati nel presente capitolo appartengono alla categoria dei prodotti da costruzione e sono impiegati nella realizzazione degli strati delle pavimentazioni di aree soggette a traffico come strade, piste ciclopedonali, piazzali e aree di sosta.

I prodotti sono costituiti da miscele di aggregati, di granulato di conglomerato bituminoso, di legante bituminoso e di additivi funzionali per il miglioramento delle prestazioni di durabilità e di lavorabilità.

Date le caratteristiche di viscosità dei leganti e degli additivi utilizzati tali conglomerati bituminosi sono anche definiti plastici, in quanto suscettibili di deformazioni non reversibili specie alle temperature elevate, in esercizio sotto carico ripetuto.

I prodotti finiti non sono sottoposti a procedimento di marcatura CE mentre i materiali costituenti devono essere coperti da controllo della produzione in fabbrica in conformità al Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11 e relative norme armonizzate applicabili, come riportato nei paragrafi seguenti (requisiti dei materiali costituenti).

I prodotti forniti dovranno essere corredati di Fascicolo tecnico di prodotto predisposto dal produttore, comprensivo di una scheda riepilogativa dei requisiti specificati nelle presenti prescrizioni tecniche e dei relativi rapporti di prova a supporto.

4.1.2 CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI

I conglomerati bituminosi prodotti a caldo e stesi a freddo per la chiusura di buche e per l'esecuzione di ripristini localizzati della pavimentazione sono prodotti lavorabili a freddo con comportamento sostanzialmente plastico e sensibile alle temperature ambientali.

I prodotti specificati sono classificati e codificati in base al tipo di prodotto, livello prestazionale e condizioni di impiego, come riportato nel prospetto 49.

Prospetto 49 – Elenco dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini localizzati della pavimentazione

CODICE	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	D_{MAX}	IMPIEGO
CB-P-BP	Conglomerato bituminoso plastico a basse prestazioni	8	Conglomerato bituminoso a basse prestazioni impiegato esclusivamente in aree pedonali per l'esecuzione di ripristini localizzati e riempimento di buche
CB-P-AP	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni	12,5	Conglomerato bituminoso ad alte prestazioni impiegato per riempimento di buche ed esecuzione di ripristini localizzati in aree soggette a traffico veicolare
CB-P-ID	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni e idroreattivo	12,5	Conglomerato bituminoso ad alte prestazioni e reattivo in presenza di acqua impiegato per l'esecuzione di ripristini localizzati e riempimento di buche in aree soggette a traffico veicolare

In particolare il conglomerato bituminoso "idroreattivo" (CB-P-ID) si stabilizza e consolida con reazione fisica in presenza di acqua.

4.1.3 CONTENUTO DI MATERIALI DI RICICLO, DI RECUPERO O SOTTOPRODOTTI

Nei prodotti specificati è consentito l'impiego di materiali costituenti di origine secondaria utilmente sottratti al conferimento in discarica.

Nel caso di impiego di tali materiali il produttore deve dimostrare il valore percentuale del contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti. Ai fini della dimostrazione si ritiene valido uno dei seguenti metodi, a scelta del produttore:

- a) una certificazione di prodotto rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti";
- b) una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma UNI EN ISO 14021 validata da un Organismo di valutazione della conformità;
- c) una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025 con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo.

Le evidenze documentali di contenuto del materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto devono essere incluse nel Fascicolo di prodotto.

4.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

4.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi plastici prodotti a caldo e stesi a freddo per ripristini localizzati devono essere costituiti da una miscela di aggregati grossi, aggregati fini e aggregato filler, qualificati per l'impiego specifico in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma armonizzata UNI EN 13043 “Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009 “Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati”.

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

Dovranno essere utilizzati aggregati naturali, come definiti nella norma UNI EN 13043, e non è ammesso l'impiego di aggregati riciclati e aggregati industriali.

4.2.1.1 Aggregati grossi

Gli aggregati grossi appartengono alla classe granulometrica compresa tra $d > 4\text{mm}$ e $D \leq 45\text{mm}$, devono essere costituiti da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce compatte, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.

Tali elementi potranno essere di natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti definiti in base agli strati di impiego delle singole miscele.

Gli aggregati grossi da impiegare nella produzione dei conglomerati bituminosi plastici dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 50, suddivisi per singolo tipo.

Prospetto 50 – Requisiti degli aggregati grossi impiegati nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

	VALORI RICHIESTI
--	------------------

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	Conglomerato bituminoso plastico a basse prestazioni CB-P-BP	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni CB-P-AP	Conglomerato bituminoso plastico idroreattivo CB-P-ID
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Riolite - porfido
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	8	12,5	12,5
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)	≤ 24 (LA ₂₅)	≤ 22 (LA ₂₅)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})	100 (C _{100/0})	100 (C _{100/0})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)	< 1 (F ₁)	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)	< 15 (FI ₁₅)	< 15 (FI ₁₅)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)	< 20 (SI ₂₀)	< 20 (SI ₂₀)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-	> 40 (PSV ₄₀)	> 45 (PSV ₄₅)
NOTE						
- I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13043						

4.2.1.2 Aggregati fini

Gli aggregati fini appartengono alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063\text{mm}$ e $D < 4\text{mm}$, devono essere di origine naturale e costituiti da sabbie prive di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

Gli aggregati fini da impiegare nella produzione dei conglomerati bituminosi dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 51.

Prospetto 51 - Requisiti degli aggregati fini impiegati nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI RICHIESTI (CB-P-BP / CB-P-AP / CB-P-ID)
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalentente in sabbia ¹⁾	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene ²⁾	UNI EN 933-9 (Appendice A)	MB _F	g/kg	< 10
NOTE				
¹⁾ Requisito da determinare solo nel caso in cui il contenuto dei fini "f" sia maggiore del 3%				
²⁾ Requisito da determinare solo nel caso in cui il requisito contenuto dei fini "f" sia maggiore del 3% e il requisito Equivalentente in sabbia non sia soddisfatto				

4.2.1.3 Aggregato filler

L'aggregato filler appartiene alla frazione granulometrica passante al setaccio con apertura di $0,063\text{mm}$, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea,

da cemento o calce oppure può provenire dalla frazione fine degli aggregati (filler di recupero dell'impianto).

L'aggregato filler dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 52.

Prospetto 52 - Requisiti dell'aggregato filler impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI RICHIESTI (CB-P-BP - CB-P-AP - CB-P-ID)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 ($V_{28/45}$)
Rammollimento miscela filler – bitume (palla anello con rapporto F/B = 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta R\&B$	-	>8 ($\Delta R\&B_{8/16}$)
NOTE				
– I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13043				

4.2.2 GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO

Nella produzione di conglomerati bituminosi plastici prodotti a caldo e stesi a freddo per ripristini localizzati potrà essere impiegato il conglomerato bituminoso di recupero (RA) proveniente dalla fresatura di pavimentazioni. Il granulato di conglomerato bituminoso, ottenuto dalle operazioni di trattamento del conglomerato bituminoso di recupero, dovrà essere qualificato in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Norma tecnica UNI EN 13108 “Miscele bituminose - Specifiche del materiale – Parte 8 Conglomerato bituminoso di recupero”;
- Specifica tecnica UNI/TS 11688 “Criteri di qualificazione e impiego del conglomerato bituminoso di recupero proveniente dalla rimozione di pavimentazioni esistenti”;
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- Decreto ministeriale 28 marzo 2018, n.69 “Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell’articolo 184 - ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152” (da applicare nel caso di qualifica del granulato come cessazione della qualifica di rifiuto – End of Waste EoW).

Con qualsiasi percentuale di impiego e tipo di qualifica (sottoprodotto o EoW), il granulato di conglomerato bituminoso dovrà soddisfare i requisiti tecnici e ambientali riportati nel prospetto 53.

Prospetto 53 – Requisiti del granulato di conglomerato bituminoso impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI RICHIESTI (CB-P-BP / CB-P-AP / CB-P-ID)
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione del legante)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Dimensione massima degli aggregati (post estrazione del legante)	UNI EN 933-1	Dmax	mm	8 (tipo CB-P-BP) 12,5 (tipo CB-P-AP) 12,5 (tipo CB-P-ID)
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione del legante) ai setacci 1,4D, D, 2mm, 0,063mm	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Consistenza del legante ¹⁾ (penetrazione)	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato
Consistenza del legante ¹⁾ (rammollimento)	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione degli aggregati ¹⁾ (determinato su aggregato post estrazione)	UNI EN 1097-2	LA	%	<24
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1 – G2	%	< 1% (F _i)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	Conforme a DM 69/18 tab. b2.2
NOTE				
1) Requisito da determinare nel caso di impiego del granulato di conglomerato bituminoso superiore a 10%				

4.2.3 LEGANTE BITUMINOSO

I leganti ammessi per la produzione dei conglomerati bituminosi plastici prodotti a caldo e stesi a freddo per ripristini localizzati sono bitumi per uso stradale di tipo tal quale, flussati o additivati con agenti flussanti, e/o bitumi provenienti dalle operazioni di recupero e trattamento di guaine bituminose impiegate nelle costruzioni (granulato di guaine bituminose).

I leganti bituminosi impiegati devono essere qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- bitumi tal quali
 - Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
 - Norma tecnica UNI EN 12597 “Bitumi e leganti bituminosi – Terminologia”;
 - Norma armonizzata UNI EN 12591 “Bitumi e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”;
 - Norma armonizzata UNI EN 15322 “Bitumi e leganti bituminosi – Specifiche per i bitumi flussati”;
- granulato di guaine bituminose
 - D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;

-D. M. 05/02/98 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22" e s.m.i.

Il prelievo dei campioni di bitume liquido da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 "Campionamento di leganti bituminosi".

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

4.2.3.1 Bitume

Il bitume impiegato nella produzione dei conglomerati bituminosi plastici prodotti a caldo e stesi a freddo per ripristini localizzati dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 54.

Prospetto 54 – Requisiti del bitume tal quale impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	BITUME TAL QUALE BTQ 70/100
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1 mm	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤10
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	-
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	-
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm ²	-
RESISTENZA ALL'INDURIMENTO PER EFFETTO DEL CALORE E DELL'ARIA (UNI EN 12607-1, metodo RTFOT)				
Variazione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,8
Variazione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11

L'impiego di bitume tal quale presuppone l'aggiunta di additivi flussanti come definito al punto 4.2.4.

4.2.3.2 Granulato di guaine bituminose

In sostituzione parziale o totale del bitume tal quale è ammesso l'impiego di guaine bituminose opportunamente sottoposte a qualificazione delle caratteristiche tecniche e ambientali. Le guaine bituminose utilizzate per impermeabilizzazione delle strutture edili e di impalcati sono costituite prevalentemente da bitume modificato con polimeri.

A seguito delle operazioni di trattamento del rifiuto il materiale si presenta allo stato fisico in forma pellettizzata o sfusa.

Il granulato di guaine bituminose impiegate nella produzione dei conglomerati bituminosi plastici prodotti a caldo e stesi a freddo dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 55.

Prospetto 55 – Requisiti del granulato di guaine bituminose impiegato nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI RICHIESTI (CB-P-BP - CB-P-AP - CB-P-ID)
Contenuto di bitume	UNI EN 12697-1	B	%	da 40 a 70
Contenuto di filler minerale	UNI EN 12697-1	-	%	valore dichiarato
Consistenza del bitume estratto Penetrazione con ago - (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1 mm	da 10 a 50
Consistenza del bitume estratto Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	> 70
Contenuto di umidità della fibra	Procedura interna	W	%	valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 1097-5	-	%	< 5%
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 05/02/98

4.2.4 ADDITIVI

Gli additivi per conglomerati bituminosi plastici prodotti a caldo e stesi a freddo per ripristini localizzati sono aggiunti alla miscela in fase di produzione e/o precedentemente nel legante bituminoso per conferire determinate qualità, proprietà fisiche e/o meccaniche al prodotto. L'impiego di additivi è finalizzato ad assicurare le caratteristiche prestazionali richieste per la miscela e migliorare la lavorabilità dei materiali (stesa e compattazione).

Gli additivi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla norma tecnica UNI 11837 "Criteri di qualificazione, controllo e impiego di additivi per miscele legate a bitume per la formazione di strati di sovrastrutture per infrastrutture di trasporto".

La documentazione di qualificazione dovrà essere allegata al Fascicolo tecnico del prodotto.

Le modalità di impiego degli additivi dovranno essere attuate secondo quanto previsto dal produttore degli additivi e le apparecchiature di dosaggio (in massa o in volume) dovranno essere sottoposte a calibrazione e taratura periodica per assicurare il corretto impiego nei quantitativi definiti mediante studio preliminare.

Nel caso gli additivi siano introdotti nel legante prima della consegna in impianto il produttore del conglomerato bituminoso dovrà acquisire le evidenze di qualificazione dell'additivo utilizzato dal produttore del legante additivato. Il produttore può impiegare additivi multifunzione.

4.2.4.1 Additivo flussante per conglomerato bituminoso lavorabile a freddo

Nella produzione di conglomerati bituminosi plastici a freddo dovrà essere impiegato un additivo flussante al fine di ridurre la viscosità del legante bituminoso, permettendo di incrementare la lavorabilità del prodotto in fase di posa in opera.

L'additivo flussante può essere aggiunto alla miscela in fase di produzione del conglomerato o, precedentemente, in fase di produzione del legante fornito all'impianto di produzione del conglomerato.

4.2.4.2 Additivo attivante d'adesione

Nel caso di miscele che presentano caratteristiche di sensibilità all'acqua, il produttore del conglomerato bituminoso dovrà impiegare additivi promotori del legame tra legante bituminoso e aggregati. Tali additivi appartengono alla categoria degli attivanti di adesione e possiedono la proprietà di contrastare l'effetto negativo che l'acqua provoca nel mastice bituminoso (legante bituminoso e filler).

L'attivante di adesione dovrà essere scelto in funzione della natura chimica dell'aggregato utilizzato per la produzione della specifica miscela bituminosa.

4.2.4.3 Additivo per bitume invecchiato

Nel caso di impiego del granulato di conglomerato bituminoso dovrà essere posta particolare attenzione alla valutazione dell'indurimento del mastice indotto dalla presenza del bitume invecchiato. La viscosità del mastice è modificata in base al tipo di legante invecchiato ed alla quantità di granulato di conglomerato bituminoso impiegato con incremento della rigidità del prodotto e conseguente fragilità.

La viscosità del legante bituminoso deve essere riequilibrata con riattivazione delle caratteristiche del bitume invecchiato mediante impiego di additivi flussanti e / o additivi rigeneranti. Tali additivi consentono di migliorare la lavorabilità e reintegrare le componenti chimico-fisiche del legante bituminoso ossidato presente nel granulato di conglomerato bituminoso.

4.2.4.4 Additivo di stabilizzante

Nella produzione di conglomerati bituminosi plastici a freddo potrà essere utilizzato l'additivo stabilizzante finalizzato ad incrementare la viscosità del mastice bituminoso per migliorare le caratteristiche del mastice legante-filler-additivi e contrastare le deformazioni plastiche indotte dai carichi in esercizio.

L'additivo stabilizzante è costituito da fibre di cellulosa/sintetiche/minerali ed è inserito nella miscela nella fase di produzione, direttamente nel mescolatore tramite sacchetti termofondenti o con impianto di alimentazione a movimentazione pneumatica.

4.3 REQUISITI DELLA MISCELA

4.3.1 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI AGGREGATI

La distribuzione granulometrica degli aggregati impiegati nella produzione del conglomerato bituminoso prodotto a caldo e steso a freddo dovrà essere determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2.

Il produttore dovrà dichiarare la distribuzione granulometrica della miscela di aggregati nel Fascicolo di prodotto, successivamente all'estrazione del bitume. Gli scostamenti della distribuzione granulometrica delle miscele rispetto alla composizione dichiarata dal produttore dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 56.

Prospetto 56 – Scostamenti massimi della distribuzione granulometrica degli aggregati

REQUISITO	METODO	PASSANTE	SCOSTAMENTO MASSIMO ¹⁾ (CB-P-BP – CB-P-AP – CB-P-ID)
Distribuzione granulometrica	UNI EN 933-1 UNI EN 12697-2	1,4 D	0 %
		D	± 5,0 %
		6,3mm	± 5,0 %
		4mm	± 5,0 %
		2mm	± 3,5 %
		1mm	± 3,5 %
		0,063mm	± 1,5 %
NOTE			
¹⁾ Scostamento massimo sul passante al setaccio corrispondente rispetto alla distribuzione granulometrica dichiarata dal produttore nella scheda prodotto			

4.3.2 CONTENUTO DI LEGANTE

La miscela bituminosa dovrà avere un contenuto minimo di legante per assicurare la conformità ai requisiti meccanici e di lavorabilità e comunque conforme a quanto riportato nel prospetto 57.

Prospetto 57 - Contenuto di legante nei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	CB-P-BP	CB-P-AP	CB-P-ID
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥4,0 (B _{min4,0})	≥5,0 (B _{min5,0})	≥6,0 (B _{min6,0})

Il legante contenuto nella miscela include il bitume del conglomerato di recupero, il bitume del granulato di guaine (se impiegate), gli additivi ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

4.3.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

4.3.3.1 Requisiti meccanici e volumetrici

Il conglomerato bituminoso plastico prodotto a caldo e steso a freddo per ripristini localizzati dovrà soddisfare i requisiti meccanici e volumetrici definiti nel prospetto 58.

Prospetto 58 – Caratteristiche meccaniche e volumetriche dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	CB-P-BP	CB-P-AP	CB-P-ID
Massa volumica (massima)	UNI EN 12697-6	α	Mg/m ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Massa volumica (in mucchio)	UNI EN 12697-6	α	Mg/m ³	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	S	kN	-	>2,5 S _{min2,5}	>10,0 S _{min5}
Stabilità Marshall (dopo 24 ore a 60°C)	UNI EN 12697-34	S	kN	-	-	>3,0 S _{min3}
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	S/F	kN/mm	-	>1,0	>3,0
Contenuto di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6 (metodo C)	V	%	-	< 15 V _{max15}	< 10 V _{max10}
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	-	> 50	> 250
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	-	> 90	> 95
NOTA Per la determinazione di tutti i requisiti: 5 I provini hanno diametro di 100mm e sono compattati ad impatto con 75 colpi per faccia alla temperatura di 25°C 6 I provini devono essere estrusi dagli stampi dopo 24 h dalla compattazione e successivamente lasciati maturare per i restanti 6 giorni a 25°						

4.3.3.2 Requisiti di compatibilità ambientale

Il conglomerato bituminoso plastico prodotto a caldo e steso a freddo per ripristini localizzati dovrà soddisfare i requisiti di compatibilità ambientale definiti nel prospetto 59.

Prospetto 59 – Requisiti di compatibilità ambientale dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	VALORI RICHIESTI (CB-P-BP - CB-P-AP - CB-P-ID)
Prova di eluizione (test di cessione) (dopo 28 giorni di immersione in acqua)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 05/02/98

4.3.3.3 Requisiti di lavorabilità e di durabilità

Il conglomerato bituminoso plastico prodotto a caldo e steso a freddo per ripristini localizzati deve essere impiegato sia in superfici asciutte che bagnate, deve essere pronto all'uso, senza il preventivo miscelamento e/o riscaldamento del prodotto stesso, con attrezzi manuali, piastre vibranti o rullo, e senza la necessità che la superficie di posa sia preventivamente trattata in alcun modo. La zona interessata dal ripristino

localizzato deve poter essere aperta al traffico immediatamente senza che il passaggio dei veicoli ne provochi alterazione per sollevamento o distacco/scretolamento.

Il prodotto deve essere lavorabile a temperature comprese tra -10°C e +50°C.

Il requisito della lavorabilità è strettamente correlato alla presenza ed efficacia degli agenti flussanti che abbassano drasticamente la viscosità del legante alle basse temperature. Il decadimento delle proprietà flussanti avviene per esposizione del materiale all'aria e per cicli di riscaldamento e raffreddamento dell'ambiente in cui il materiale è depositato prima dell'impiego.

Il prodotto conservato con le avvertenze descritte al punto 4.6.1 deve soddisfare i requisiti di lavorabilità definiti nel prospetto 60.

Prospetto 60 – Requisiti di lavorabilità e durabilità dei conglomerati bituminosi plastici per ripristini

CODICE	DESIGNAZIONE	REQUISITI DI LAVORABILITA'
CB-P-BP	Conglomerato bituminoso plastico a basse prestazioni	FINO A MESI 3 di conformità ai requisiti volumetrici e meccanici iniziali (prospetto 58)
CB-P-AP	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni	FINO A MESI 12 di conformità ai requisiti volumetrici e meccanici iniziali (prospetto 58)
CB-P-ID	Conglomerato bituminoso plastico idroreattivo	FINO A MESI 12 di conformità ai requisiti volumetrici e meccanici iniziali (prospetto 58)

NOTE
I mesi di durata della lavorabilità decorrono dalla data di confezionamento del prodotto

Il prodotto è lavorabile se, in scarico dal contenitore, si presenta friabile/sciolto con presenza di limitati coaguli (grumi) con facile disgregazione manuale.

4.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso plastico per ripristini localizzati deve essere prodotto mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione dell'impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità al fine di assicurare l'efficacia delle fasi di essiccazione e riscaldamento degli aggregati, di dosaggio dei materiali costituenti e di miscelazione.

Il dosaggio dei materiali costituenti dovrà essere eseguito, a seconda del materiale, in massa o in volume mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere verificata con frequenza almeno annuale o in caso di necessità, al fine di assicurare la continua idoneità allo scopo. La taratura delle apparecchiature deve essere effettuata rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

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

4.5 REQUISITI DI IMBALLAGGIO E CONSEGNA

Il conglomerato bituminoso plastico prodotto a caldo e steso a freddo è consegnato sfuso, su autocarro o furgone, o con imballaggio in sacchi o in secchi.

Nel caso di imballaggio i contenitori non dovranno avere massa complessiva superiore a 20-25kg. Il materiale utilizzato per l'imballaggio dovrà essere totalmente riciclabile in conformità alle norme vigenti in materia. In particolare, a svuotamento completato, il contenuto del residuo secco rimasto nel contenitore (sacco o secchio), non dovrà superare il 2% in massa rispetto al peso del contenitore stesso.

In caso di consegna mediante imballo, sul contenitore (sacco o secchio) dovrà essere riportata un'etichetta con diciture visibili, leggibili e indelebili dei dati riferiti al produttore o distributore, la designazione del prodotto, l'identificativo del lotto di produzione e la data di confezionamento.

Unitamente alla documentazione di accompagnamento del prodotto (documento di trasporto) dovrà essere consegnato anche il Fascicolo tecnico del prodotto per la verifica di conformità alle presenti prescrizioni tecniche.

4.6 INDICAZIONI PER LA CONSERVAZIONE E POSA IN OPERA

4.6.1 CONSERVAZIONE E MOVIMENTAZIONE DEL PRODOTTO

Il prodotto è soggetto a deperibilità nel tempo per la modificazione delle caratteristiche fisiche di lavorabilità correlate alla presenza degli oli.

Il materiale consegnato sfuso è scaricato a cumulo e deve essere protetto dalle precipitazioni atmosferiche con deposito in vani coperti.

Il materiale confezionato in imballo è normalmente consegnato su bancali per consentire l'utilizzo di mezzi di sollevamento (es. carrelli elevatori), senza contatto diretto con il contenitore per evitare il potenziale danneggiamento dell'involucro e del contenuto. Gli imballi devono rimanere chiusi ermeticamente sino all'utilizzo poiché, con l'apertura della confezione (sacco e secchio) ed esposizione all'aria, si innesca il processo di indurimento del prodotto.

Dovrà essere posta particolare attenzione alla protezione dei prodotti per evitare che l'esposizione ripetuta a temperature, elevate o rigide, alteri l'efficacia degli oli flussanti e provochi la formazione di coaguli e conseguente difficoltà nella fase di posa in opera.

In particolare, il materiale dovrà essere conservato secondo quanto definito dal produttore al fine di assicurare la lavorabilità nei tempi definiti (punto 4.3.3.3).

4.6.2 POSA IN OPERA DEL PRODOTTO

4.6.2.1 Posa di conglomerato bituminoso plastico a basse e ad alte prestazioni

Prima della posa in opera del conglomerato bituminoso plastico, a basse prestazioni (CB-P-BP) e ad alte prestazioni (CB-P-AP), è necessario procedere con la pulizia dell'area interessata con rimozione degli elementi mobili presenti.

Il conglomerato plastico a basse prestazioni deve essere posato su superficie di contatto prevalentemente asciutta mentre il conglomerato plastico a elevate prestazioni può essere posato anche su superfici umide, in ogni caso non è necessario applicare la mano d'attacco.

Nel caso la profondità del dissesto da chiudere con conglomerato plastico superi la decina di centimetri è necessario procedere con stesa e compattazione del materiale a strati al fine di ottimizzare l'addensamento del materiale stesso.

Gli strati devono essere compattati con attrezzature adeguate come, ad esempio, piastre vibranti o rulli con massa adeguata allo spessore dello strato. Ove non disponibile attrezzatura di compattazione specifica o in casi di emergenza per ripristino da eseguire celermente, il materiale può essere compattato con il passaggio di veicoli, per contatto diretto con gli pneumatici.

4.6.2.2 Posa di conglomerato bituminoso plastico idroreattivo

Il conglomerato bituminoso plastico idroreattivo è un conglomerato bituminoso che reagisce a contatto con l'acqua ed è pertanto indicato in ambienti anche fortemente umidi come, ad esempio, cavi con ristagni d'acqua piovana.

Il materiale deve essere sottoposto a compattazione con modalità analoghe a quelle adottate nel caso di posa del conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni.

5. CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIARI

AVVERTENZE SOSTANZIALI

Nei paragrafi seguenti sono riportate le informazioni di base per la corretta selezione dei prodotti, qualifica e controllo dei conglomerati bituminosi prodotti a caldo con caratteristiche di elevata riflettanza solare e basso impatto visivo.

Tali prodotti hanno proprietà di riduzione dell'accumulo di calore e conseguente riduzione del fenomeno "isola di calore" caratteristico delle aree urbane.

Inoltre, la presenza di un legante bituminoso neutro (non nero) mette in evidenza il colore prevalente degli aggregati con riduzione dell'impatto visivo della pavimentazione in contesti ambientali sensibili.

5.1.1 QUALIFICAZIONE DEI PRODOTTI

I conglomerati bituminosi specificati nel presente capitolo appartengono alla categoria dei prodotti da costruzione e sono impiegati nella realizzazione degli strati delle pavimentazioni di aree soggette a traffico come strade, piste ciclopedonali, piazzali e aree di sosta.

I prodotti sono costituiti da miscele di aggregati, legante di derivazione bituminosa e additivi funzionali per il miglioramento delle prestazioni.

I conglomerati chiari sono prodotti a caldo e, nel caso di legante con origine bituminosa devono soddisfare i requisiti stabiliti dalle norme armonizzate della serie UNI EN 13108. I prodotti con legante bituminoso dovranno essere corredati della Marcatura CE secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente (VVCP 2+).

L'impresa ha l'obbligo di eseguire le prove di verifica preliminare sull'idoneità dei materiali costituenti e le prove di validazione delle miscele che intende utilizzare; i risultati di tali prove dovranno essere presentati all'interno dello studio di formulazione delle singole miscele previste in progetto.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di tipo (ITT) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108 Parte 20, dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti prescrizioni tecniche al successivo punto 5.3.2 "Studio di miscela" (mix design)".

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108 Parte 21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti, per i materiali costituenti e per i prodotti, sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

I prodotti specificati sono stesi con apposite macchine vibrofinitrici e compattati con rulli gommati e/o metallici vibranti.

5.1.2 CLASSIFICAZIONE E CODIFICA DEI PRODOTTI

I prodotti sono impiegati per la realizzazione dello strato superficiale di usura e per la realizzazione dello strato multifunzionale.

I singoli prodotti descritti nel presente capitolo sono designati come segue:

- Usura "Tipo C chiaro";
- Usura "Tipo D chiaro";
- Strato multifunzionale "Tipo E chiaro".

5.2 REQUISITI DEI MATERIALI COSTITUENTI

Nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari potranno essere impiegati esclusivamente materiali la cui idoneità deve essere accertata mediante conformità ad una specifica tecnica armonizzata ai sensi del Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/11), ove prevista per la famiglia di prodotti, ovvero, nel caso non siano previste specifiche tecniche armonizzate, mediante specifiche tecniche e ambientali basate su evidenze di impiego soddisfacente nella produzione dei conglomerati bituminosi e nella loro riciclabilità a fine vita.

I materiali costituenti i conglomerati bituminosi sono:

- aggregati (grossi, fini e filler);
- legante a base bituminosa;
- additivi funzionali.

Le caratteristiche dei materiali costituenti dovranno essere determinate mediante prove di laboratorio ed i relativi rapporti di prova dovranno essere inclusi nello studio della miscela.

5.2.1 AGGREGATI

Gli aggregati impiegati nella produzione del conglomerato bituminoso chiaro devono essere costituiti da una miscela di aggregati grossi, aggregati fini e aggregato filler, qualificati per l'impiego specifico in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009 "Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati";
- Norma armonizzata UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico";
- Norma tecnica UNI EN 932-3 "Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata".

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

Dovranno essere utilizzati aggregati naturali, come definiti nella norma UNI EN 13043, e non è ammesso l'impiego di aggregati riciclati.

5.2.1.1 Aggregati grossi

Gli aggregati grossi appartengono alla classe granulometrica compresa tra $d > 4\text{mm}$ e $D \leq 45\text{mm}$, devono essere costituiti da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce compatte, da elementi naturali tondeggianti frantumati e da elementi naturali a spigoli vivi.

Gli aggregati grossi da impiegare nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 61, suddivisi per singolo tipo.

Prospetto 61 – Requisiti degli aggregati grossi impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	TIPO E	TIPO C	TIPO D
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Calcareo (bianco/giallo)	Calcareo (bianco/giallo)	Calcareo (bianco/giallo)
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	31,5	10	12,5
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 24 (LA_{25})	≤ 24 (LA_{25})	≤ 24 (LA_{25})
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 ($C_{90/1}$)	100 ($C_{100/0}$)	100 ($C_{100/0}$)
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F_1)	< 1 (F_1)	< 1 (F_1)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato	Valore dichiarato	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI_{20})	< 15 (FI_{15})	< 15 (FI_{15})
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI_{25})	< 20 (SI_{20})	< 20 (SI_{20})
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-	> 40 (PSV_{40})	> 40 (PSV_{40})
Componenti che alterano la stabilità di volume*	UNI EN 1744-1	V	%	$< 3,5$ ($V_{3,5}$)	$< 3,5$ ($V_{3,5}$)	$< 3,5$ ($V_{3,5}$)
NOTE						
- I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13043						

5.2.1.2 Aggregati fini

Gli aggregati fini appartengono alla classe granulometrica compresa tra $d > 0,063\text{mm}$ e $D < 4\text{mm}$, devono essere di origine naturale e costituiti da sabbie prive di elementi in fase di alterazione, polvere o materiali estranei.

Gli aggregati fini da impiegare nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 62.

Prospetto 62 - Requisiti degli aggregati fini impiegati nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI
-----------	--------	---------	----	--------

Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia ¹⁾	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene ²⁾	UNI EN 933-9 (Appendice A)	MB _F	g/kg	< 10
NOTE				
¹⁾ Requisito da determinare solo nel caso in cui il contenuto dei fini "f" sia maggiore del 3%				
²⁾ Requisito da determinare solo nel caso in cui il requisito contenuto dei fini "f" sia maggiore del 3% e il requisito "equivalente in sabbia" non sia soddisfatto				

5.2.1.3 Aggregato filler

L'aggregato filler appartiene alla frazione granulometrica passante al setaccio con apertura di 0,063mm, può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento o calce oppure può provenire dalla frazione fine degli aggregati (filler di recupero dell'impianto) purché di colorazione simile a quella degli aggregati utilizzati.

L'aggregato filler dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 63.

Prospetto 63 - Requisiti dell'aggregato filler impiegato nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V		da 28 a 45 (V _{28/45})
Rammollimento miscela filler – bitume (palla anello con rapporto F/B = 1,5)	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})
NOTE				
– I valori riportati tra parentesi sono le categorie di riferimento per la classificazione secondo la norma UNI EN 13043				

5.2.2 LEGANTE BITUMINOSO

I leganti ammessi per la produzione dei conglomerati bituminosi chiari sono di origine bituminosa di tipo modificato (PMB).

I leganti bituminosi impiegati devono essere qualificati in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 12597 "Bitumi e leganti bituminosi – Terminologia";

–Norma armonizzata UNI EN 14023 “Bitumi e leganti bituminosi. Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati da polimeri” (norma di qualifica per PMB);

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58 “Campionamento di leganti bituminosi”.

Il legante bituminoso impiegato nella produzione dei conglomerati bituminosi chiari dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 64.

Prospetto 64 – Requisiti dei leganti bituminosi per conglomerati chiari

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	LEGANTE BITUMINOSO
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1 mm	da 40 a 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	≥60
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤ -12
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	Re	%	>50
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm ²	≥3,0
RESISTENZA ALL'INDURIMENTO PER EFFETTO DEL CALORE E DELL'ARIA (UNI EN 12607-1, metodo RTFOT)				
Variazione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5
Penetrazione residua	UNI EN 1426	P	%	≥55
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤9
STABILITA' ALLO STOCCAGGIO DEL BITUME MODIFICATO (UNI EN 13399, metodo “Tuben test”)				
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1 mm	<5
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	<2

Il produttore potrà utilizzare leganti non bituminosi purché siano prodotti idonei all'utilizzo con comprovato impiego, conformi alle prescrizioni in materia ambientale.

I conglomerati chiari prodotti con legante non bituminoso devono soddisfare i requisiti volumetrici definiti nel prospetto 73 e prestazionali definiti nel prospetto 71.

5.2.3 ADDITIVI

Gli additivi per conglomerati bituminosi chiari sono aggiunti alla miscela in fase di produzione e/o precedentemente nel legante per conferire determinate qualità, proprietà fisiche e/o meccaniche al prodotto. L'impiego di additivi è finalizzato ad assicurare le caratteristiche prestazionali richieste per la miscela, migliorare la lavorabilità dei materiali (stesa e compattazione), migliorare la durabilità della pavimentazione e migliorare la prestazione cromatica della pavimentazione.

Al fine di migliorare l'aspetto cromatico dei conglomerati bituminosi chiari possono essere utilizzati additivi specifici come, ad esempio, il biossido di titanio in polvere.

Gli additivi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla norma tecnica UNI 11837 "Criteri di qualificazione, controllo e impiego di additivi per miscele legate a bitume per la formazione di strati di sovrastrutture per infrastrutture di trasporto".

La documentazione di qualificazione dovrà essere allegata allo studio di miscela (punto 5.3.2).

Le modalità di impiego degli additivi dovranno essere attuate secondo quanto previsto dal produttore degli additivi e le apparecchiature di dosaggio (in massa o in volume) dovranno essere sottoposte a calibrazione e taratura periodica per assicurare il corretto impiego nei quantitativi definiti mediante studio preliminare.

Nel caso gli additivi siano introdotti nel legante prima della consegna in impianto il produttore del conglomerato bituminoso dovrà acquisire le evidenze di qualificazione dell'additivo utilizzato dal produttore del legante additivato.

Il tipo di additivo, monofunzionale o multifunzionale, e la quantità di impiego sono determinate mediante studio di miscela al fine di corrispondere alle funzioni specifiche assicurando anche le caratteristiche volumetriche e prestazionali del conglomerato bituminoso (punto 5.3.4 e punto 5.3.5).

5.3 REQUISITI DELLE MISCELE

5.3.1 QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso chiaro, prodotto con legante bituminoso, dovrà essere qualificato e sottoposto a procedimento di validazione in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norme armonizzate della serie UNI EN 13108 "Miscele bituminose. Specifiche del materiale", come definito al prospetto 2;
- Norma tecnica UNI EN 13108 parte 20 "Miscele bituminose. Specifiche del materiale – Prova di tipo".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 12697 parte 27 "Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Campionamento".

I campioni di conglomerato bituminoso da sottoporre alle analisi di laboratorio per l'accertamento dei requisiti volumetrici e prestazionali dovranno essere compattati alle temperature previste per la produzione in scala reale. La temperatura di preparazione del provino dovrà essere riportata nei rapporti di prova.

5.3.2 STUDIO DI MISCELA (MIX DESIGN)

Lo "studio di miscela" o mix design è l'insieme di attività di studio e di laboratorio che consente di definire la composizione di una miscela nel rispetto dei requisiti previsti nelle presenti prescrizioni tecniche.

Lo studio di miscela deve essere realizzato per ogni prodotto previsto nel progetto dell'opera e per ogni impianto di produzione utilizzato per la fornitura del conglomerato bituminoso. Lo studio di miscela deve comprendere:

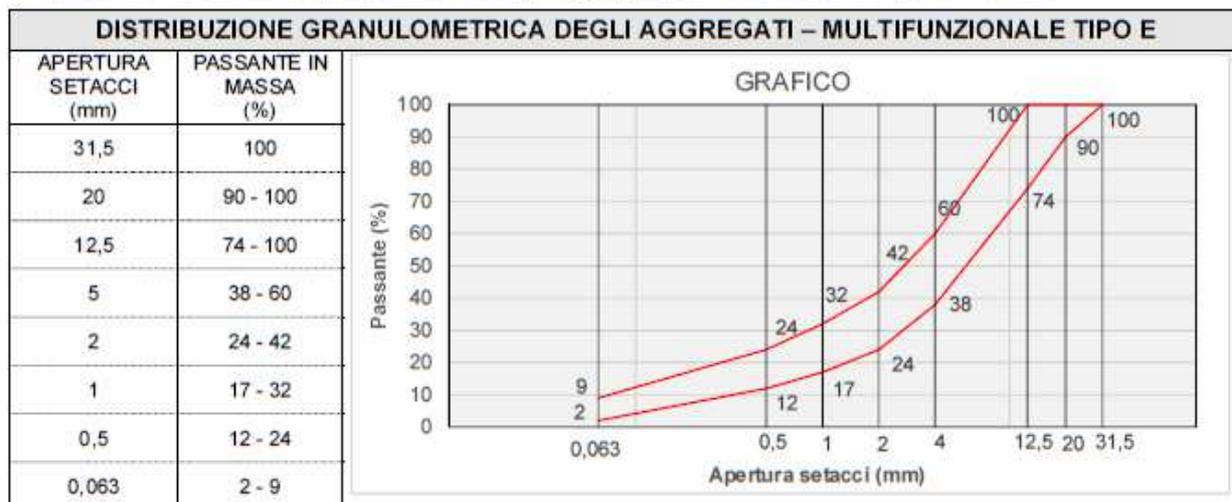
- la qualificazione dei singoli materiali costituenti (paragrafo 5.2);
- la distribuzione granulometrica ottimale della miscela di aggregati (punto 5.3.3);
- le proprietà volumetriche della miscela bituminosa (contenuto di vuoti, contenuto di legante) (punto 5.3.4), al variare del contenuto di legante;
- le proprietà meccaniche (punto 5.3.5), al variare del contenuto di legante;
- la composizione della miscela (quantità dei singoli materiali costituenti);
- la temperatura di preparazione dei provini.

5.3.3 DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DEGLI AGGREGATI

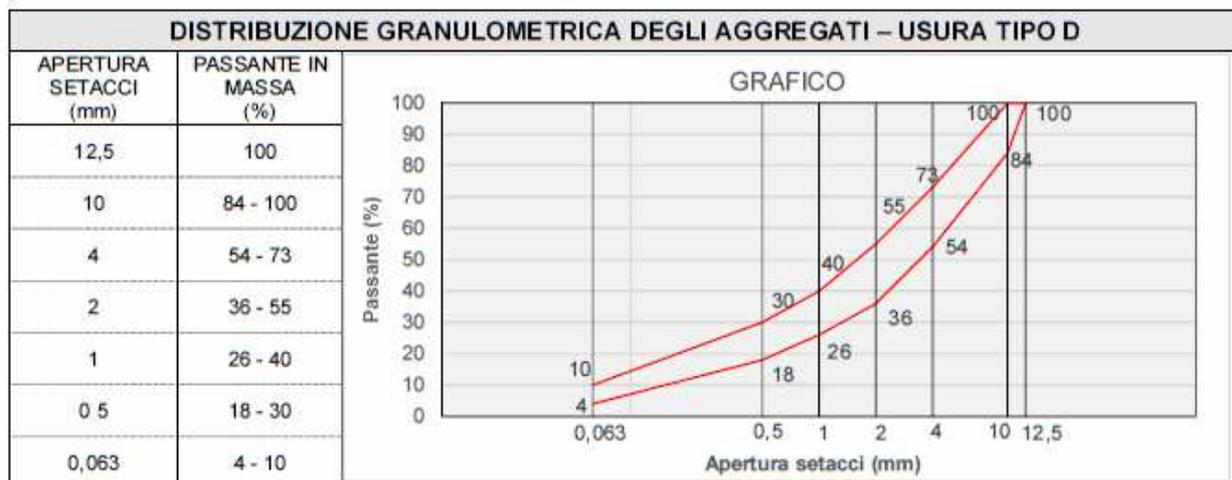
La miscela ottimale degli aggregati per ogni conglomerato bituminoso chiaro dovrà avere una distribuzione granulometrica determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2, utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base +2.

Le distribuzioni granulometriche con rappresentazione grafica sono riportate nel prospetto 65 (multifunzionale Tipo E), prospetto 66 (usura tipo D) e prospetto 67 (usura tipo C).

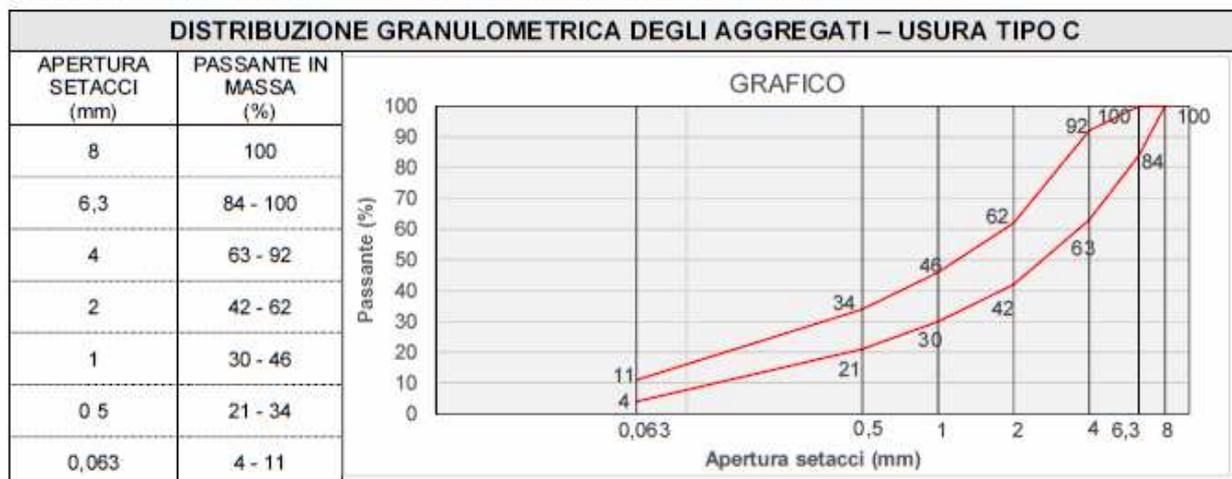
Prospetto 65 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per multifunzionale Tipo E - CHIARO



Prospetto 66 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA Tipo D CHIARO



Prospetto 67 - Distribuzione granulometrica degli aggregati per USURA Tipo C CHIARO



5.3.4 CONTENUTO DI LEGANTE

La miscela bituminosa ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante conforme a quanto riportato nel prospetto 68.

Prospetto 68 – Contenuto di legante del conglomerato bituminoso chiaro

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMB.	UM	TIPO E	TIPO C	TIPO D
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥4,8 (B _{min4,4})	≥5,2 (B _{min5,2})	≥5,2 (B _{min5,2})

Il contenuto ottimale di legante dovrà essere determinato mediante studio di miscela (mix design) preferibilmente secondo il metodo volumetrico mediante pressa giratoria al taglio (UNI EN 12697-31) o, in alternativa, secondo il metodo Marshall (UNI EN 12697-34).

Per entrambi i metodi lo studio di ogni miscela dovrà comprendere la determinazione dei requisiti volumetrici, meccanici e prestazionali al variare del contenuto di legante per almeno n. 4 percentuali differenti. I provini dovranno essere compattati alle temperature previste per la produzione in scala reale, come definito nel prospetto 26 in base al tipo di conglomerato (a caldo o a temperatura ridotta). La temperatura di preparazione del provino dovrà essere riportata nei rapporti di prova.

I requisiti previsti con applicazione del metodo volumetrico sono riportati nel prospetto 69.

Prospetto 69 – Requisiti metodo volumetrico (UNI EN 12697-31)

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Contenuto vuoti a 10 rotazioni (N1 - iniziale)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	>9 (V _{10G_{min9}})
Contenuto vuoti a 100 rotazioni (N2 – medio)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	da 3 a 6 (V _{min3} - V _{max6})
Contenuto vuoti a 180 rotazioni (N3 finale)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	≥2 (V _{min2})
NOTE I parametri di configurazione del procedimento sono conformi alla norma UNI EN 12697-31 (angolo di rotazione, carico, diametro del provino, velocità di rotazione)				

I requisiti previsti con applicazione del metodo Marshall, suddivisi per tipo di conglomerato e tipo di bitume, sono riportati nel prospetto 70.

Prospetto 70 – Requisiti metodo Marshall (UNI EN 12697-34)

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORI
Stabilità	UNI EN 12697-34	S	kN	>8,0 S _{min8}
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	S/F	kN/mm	da 2,5 a 4,0
Contenuto di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V	%	da 3 a 6 (V _{min3} - V _{max6})
NOTE I requisiti sono determinati su provini preparati in conformità alla norma UNI EN 12697-30 con un numero di 75 colpi per faccia				

Il contenuto effettivo di legante impiegato dovrà essere esplicitato nello studio di miscela (punto 5.3.2).

5.3.5 CARATTERISTICHE MECCANICHE

I conglomerati bituminosi chiari dovranno soddisfare i requisiti meccanici di resistenza riportati nel prospetto 71.

Prospetto 71 - Requisiti prestazionali dei conglomerati bituminosi chiari

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	MULTI-FUNZ. E	USURA C	USURA D
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 – 1.500	700 – 1.400	700 – 1.400
NOTE I provini sono preparati con pressa giratoria al taglio con numero intermedio di rotazioni N2 = 100 alla temperatura dichiarata nello studio preliminare di miscela						

5.4 REQUISITI DI PRODUZIONE DELLA MISCELA

Il produttore deve assicurare la perfetta pulizia dell'impianto prima della messa in produzione del conglomerato chiaro al fine di prevenire potenziali contaminazioni con altri materiali che possono alterare le caratteristiche prestazionali e cromatiche del prodotto.

Il processo di produzione in fabbrica dovrà essere sottoposto ad un sistema di controllo in conformità alle seguenti prescrizioni:

- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Norma tecnica UNI EN 13108 parte 21 “Miscele bituminose. Specifiche del materiale – Controllo della produzione in fabbrica“;

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti, sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi. La frequenza minima di controlli sul prodotto è richiesta di “livello Z” secondo quanto definito nell'appendice A della norma UNI EN 13108 parte 21.

Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione dell'impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità al fine di assicurare l'efficacia delle fasi di essiccazione e riscaldamento degli aggregati, di dosaggio dei materiali costituenti e di miscelazione.

L'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quanto indicato nello studio di miscela presentato ai fini dell'accettazione (punto 5.3.2).

Il dosaggio dei materiali costituenti dovrà essere eseguito, a seconda del materiale, in massa o in volume mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere verificata con frequenza almeno annuale o in caso di necessità, al fine di assicurare

la continua idoneità allo scopo. La taratura delle apparecchiature deve essere effettuata rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

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

In fase di produzione le temperature dei materiali costituenti e delle miscele devono soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 72.

Prospetto 72 – Temperature dei materiali costituenti e delle miscele di conglomerato bituminoso chiaro in fase di produzione

TIPO LEGANTE	TEMPERATURE IN FASE DI PRODUZIONE	UM	VALORI
MISCELE CON LEGANTE BITUMINOSO	Temperatura degli aggregati (misurata nella tramoggia degli aggregati riscaldati, prima dello scarico nel mescolatore)	°C	da 150 a 180*
	Temperatura del bitume (misurata nella vasca di dosaggio)	°C	da 150 a 160
	Temperatura delle miscele (misurata allo scarico da mescolatore)	°C	<180

La misurazione della temperatura delle miscele deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 12697 parte 13, preferibilmente mediante utilizzo di termometri con sonda ad immersione periodicamente sottoposti a taratura rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

5.5 REQUISITI DI POSA IN OPERA DELLA MISCELA

Il produttore deve assicurare la perfetta pulizia delle attrezzature e macchine operatrici prima della messa in opera del conglomerato chiaro al fine di prevenire potenziali contaminazioni con altri materiali che possono alterare le caratteristiche prestazionali e cromatiche del prodotto.

L'attività costruttiva di realizzazione dello strato comprende le fasi di trasporto, stesa del materiale e compattazione.

In fase di posa in opera la temperatura della miscela dovrà essere maggiore di 140°C.

La misurazione della temperatura deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN 12697 parte 13, preferibilmente mediante utilizzo di termometri con sonda ad immersione periodicamente sottoposti a taratura rispettando la catena di riferibilità metrologica delle misurazioni a campioni di riferimento internazionali o nazionali.

La stesa deve essere continuativa durante tutto l'arco della giornata e sospesa in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli che possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. **In particolare, per “condizioni meteorologiche sfavorevoli” si intendono le condizioni che comprendono gli eventi di precipitazione atmosferica (es. pioggia, neve, ecc.) e/o la presenza di temperature ambientali, atmosferiche e del supporto (piano di appoggio dello strato), incompatibili con la regolare esecuzione delle fasi di stesa del materiale e di compattazione dello strato per assicurare i requisiti prestazionali richiesti dalle presenti prescrizioni tecniche.**

5.5.1 STESA

La stesa del conglomerato bituminoso chiaro viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza, dotate di automatismi di autolivellamento e di sistemi di precompattazione efficaci (vibranti e tamper).

L'avanzamento della stesa dovrà essere commisurato al tipo di materiale e allo spessore dello strato. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici possibilmente non dovrà superare i 4 - 5 m/min garantendo l'alimentazione continua del conglomerato.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali ottenuti, ove possibile nei casi di più fasce longitudinali adiacenti, mediante tempestivo affiancamento della strisciata alla precedente. Qualora il bordo risulti danneggiato o arrotondato si dovrà procedere con il taglio verticale mediante idonea attrezzatura e con la spruzzatura di emulsione bituminosa cationica per mano d'attacco.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere o per soste prolungate con raffreddamento del materiale, devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

5.5.2 COMPATTAZIONE

La fase di compattazione dello strato deve iniziare immediatamente dopo la stesa e deve essere condotta a termine senza interruzioni; sarà eseguita con rulli di massa adeguata e caratteristiche tecnologiche avanzate che permettano l'ottenimento dell'addensamento previsto.

La compattazione dovrà essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e ondulazioni.

5.6 REQUISITI DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato in conformità alle sezioni e profili di progetto ed il piano superficiale dovrà presentarsi in qualunque direzione privo di irregolarità e ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono riferite ai seguenti requisiti: addensamento della miscela, planarità e aderenza del piano superficiale, dimensione dello strato (spessore).

Nei paragrafi seguenti sono riportati i requisiti dello strato.

5.6.1 ADDENSAMENTO

L'addensamento della miscela in opera sarà determinato secondo il metodo dei vuoti residui con metodo distruttivo mediante carotaggio della pavimentazione e dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 73.

Prospetto 73 – Requisiti di addensamento dello strato (contenuto di vuoti residui)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	STRATO MULTI-FUNZIONALE (E)	USURA (D e C)
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 8	< 7
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 9	< 8
NOTE: Il contenuto dei vuoti residui è determinato nelle carote prelevate dalla pavimentazione con diametro di 150mm					

5.6.2 CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

Le caratteristiche superficiali dello strato, planarità e aderenza, saranno determinate in situ mediante prove non distruttive e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 74.

Prospetto 74 - Requisiti del piano superficiale (planarità e aderenza)

REQUISITO	METODO	SIMB.	UM	STRATO MULTI-FUNZIONALE (E)	USURA (D e C)
Regolarità della superficie (regolo da 4.000 mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5*	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-	≥60
Profondità della macrotessitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-	≥0,40
NOTE: * Requisito da applicare solo nel caso di contatto diretto con traffico veicolare					

5.6.3 SPESSORE

Lo spessore dello strato sarà determinato con metodo distruttivo mediante carotaggio della pavimentazione e dovrà soddisfare i requisiti riportati nel prospetto 75.

Prospetto 75 – Spessore dello strato

REQUISITO	METODO	SIMBOLO	UM	VALORE
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29	s	mm	Conforme al progetto

NOTE:
Lo spessore dello strato (o degli strati) è determinato mediante carotaggio dalla pavimentazione con carote di diametro minimo di 100mm

6. CONTROLLI

Le verifiche di conformità ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche devono essere effettuate mediante esecuzione di prove di laboratorio sui prodotti, sui materiali costituenti e sullo strato realizzato. I controlli per l'accertamento delle caratteristiche dei materiali sono effettuati mediante prelievo di campioni di materiale sciolto, mentre i controlli per l'accertamento delle caratteristiche dello strato saranno effettuate mediante carotaggio e prove strumentali in situ.

La DL dovrà provvedere al prelievo dei campioni in contraddittorio con l'Impresa, informata con congruo anticipo, ed alla redazione dello specifico verbale il cui riferimento dovrà essere riportato nel rapporto di prova emesso dal Laboratorio. I prelievi dei materiali (materiali costituenti, conglomerato bituminoso sciolto, conglomerato bituminoso in opera) dovranno essere effettuati secondo le modalità e le quantità prescritte dalle specifiche norme tecniche di riferimento.

Ogni prelievo di conglomerato bituminoso sarà costituito da tre campioni opportunamente identificati con i dati di rintracciabilità e così destinati: il primo dovrà essere sottoposto alle analisi di laboratorio mentre i rimanenti due saranno a disposizione, uno dell'Impresa ed il secondo della DL, per eventuali ulteriori accertamenti in caso di dubbio o di contestazione.

Gli oneri relativi all'esecuzione delle analisi di laboratorio saranno così attribuiti:

- a carico dell'Impresa appaltatrice sono tutte le prove per la qualifica delle miscele e le eventuali ulteriori prove in caso di contestazione;
- a carico della Stazione appaltante sono tutte le prove di verifica dei requisiti alle presenti prescrizioni.

Per contratti d'importo inferiore a quello stabilito dall'art. 52 comma 7 della L.P.26/93 e s.m. e riferiti a lavorazioni con prevalente stesa manuale quali marciapiedi, ripristini ecc., sarà ritenuta sufficiente la qualificazione preliminare delle miscele nel rispetto dei requisiti richiesti presentata dall'esecutore prima dell'inizio dei lavori. Rimane sempre facoltà della DL procedere alla verifica di conformità ai requisiti di composizione delle miscele (distribuzione granulometrica e contenuto di legante).

Gli addetti del Laboratorio, incaricati dal Direttore dei lavori e provvisti dei dispositivi di protezione individuale ai sensi delle norme in materia di sicurezza, avranno libero accesso agli impianti di produzione ed ai cantieri per effettuare, in qualsiasi momento, controlli a campione su materiali costituenti, processi di produzione e prodotti finiti per l'accertamento di conformità ai requisiti previsti dalle presenti prescrizioni.

La Stazione Appaltante rimane impegnata ad eseguire gli accertamenti e/o le prove previste ai fini dell'accettazione dei materiali costituenti e/o dei conglomerati forniti e/o posti in opera (esecuzione del prelievo, delle analisi di laboratorio e raccolta dei rapporti e/o certificati delle prove eseguite) entro 75 giorni dall'ultimazione della fornitura e/o dei lavori cui le medesime prove sono riferite.

Ritardi superiori al termine indicato, non imputabili all'Appaltatore, non costituiranno motivo per la mancata emissione degli Stati di avanzamento lavori (SAL).

Il Direttore dei lavori procederà all'esecuzione dei controlli per le verifiche di conformità alle presenti prescrizioni tecniche nelle seguenti fasi: preliminare (prima dell'inizio lavori), in corso di esecuzione e finali.

Le prove di verifica dei requisiti alle presenti prescrizioni tecniche sono eseguite dal laboratorio della Provincia autonoma di Trento o da altro laboratorio indicato dal Committente.

Le prove di qualifica preliminare e le prove in caso di contestazione dovranno essere eseguite a cura dell'impresa presso un laboratorio qualificato. Ai fini della qualifica del laboratorio costituisce requisito essenziale il possesso della certificazione per l'esecuzione di prove di laboratorio su prodotti da costruzione conforme alla norma UNI EN ISO 9001, rilasciata da un Organismo di certificazione accreditato secondo ISO 17021 parte1. Costituisce requisito opzionale l'accreditamento del laboratorio secondo la norma UNI CEI EN ISO 17025.

In caso di contestazione delle prove di verifica alle presenti prescrizioni tecniche da parte dell'Impresa è facoltà della stessa di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove, a propria cura e spese. L'impresa dovrà avvalersi esclusivamente di un Laboratorio qualificato, come sopra specificato; al prelevamento dei campioni dovrà essere presente il Direttore dei Lavori o suo incaricato.

Il numero dei prelievi (o carotaggi) e il posizionamento del punto di prelievo dovrà essere definito prima di procedere all'esecuzione del campionamento. Uno o più campioni saranno tratti a cura del Direttore dei Lavori e sottoposti a determinazione dei requisiti dal laboratorio della Provincia autonoma di Trento o da altro laboratorio indicato dal Committente.

Si assumerà come valore valido, il risultato della media dei valori riscontrati sui campioni effettuati (campione oggetto di contestazione e ulteriori campioni richiesti dall'Impresa) e riferiti al medesimo lotto o tratta di stesa omogenea.

6.1 CONTROLLI PRELIMINARI

6.1.1 CONTROLLI PRELIMINARI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PRODOTTO A CALDO/TIEPIDO, A FREDDO E CHIARO

La DL deve procedere con il controllo preliminare delle caratteristiche delle miscele che l'Impresa intende impiegare attraverso la verifica della seguente documentazione:

- studio di miscela (mix design) con specificata la quantità di bitume che sarà impiegata nella miscela;
- rapporto di validazione periodica della miscela.

L'Impresa deve trasmettere alla DL lo studio della miscela e relativo rapporto di validazione delle miscele previste per l'opera riferite all'impianto o agli impianti da cui intende approvvigionarsi. L'impianto può essere di proprietà dell'Impresa o di altro produttore purché soddisfi i requisiti previsti dalle presenti prescrizioni tecniche.

Tale documentazione essere consegnata con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori.

In assenza della documentazione di qualifica preliminare, i prodotti non saranno accettati.

6.1.1.1 Studio di miscela

Lo studio della miscela è riferito alla singola miscela e all'impianto di produzione utilizzato. Comprende le informazioni relative alle caratteristiche di tutti i materiali costituenti e relative percentuali di impiego, il metodo adottato per la determinazione del contenuto ottimale di legante (volumetrico o Marshall) e le prestazioni del prodotto finito, come previsto nei paragrafi di riferimento dei singoli prodotti.

Lo studio di miscela (mix design) ha validità di cinque anni e deve essere prontamente aggiornato qualora dovessero verificarsi cambiamenti nelle caratteristiche dei materiali costituenti o modifiche del processo produttivo con effetto sulle caratteristiche delle miscele.

Sulla base dello studio di miscela **il Produttore deve dichiarare il contenuto di legante** che intende impiegare nella produzione della singola miscela.

Unitamente allo studio delle miscele che intende impiegare per la realizzazione dell'opera, l'Impresa deve trasmettere alla DL anche la documentazione tecnica di marcatura CE (DoP) dei materiali costituenti e dei prodotti, al fine di assicurare l'impiego di prodotti da costruzione idonei all'utilizzo.

6.1.1.2 Rapporto di validazione periodica

Il rapporto di validazione periodica ha validità di un anno, è riferito alla singola miscela e comprende i rapporti delle prove effettuate su un campione prelevato all'impianto di produzione. Tale campione è sottoposto a verifica dei requisiti di composizione (distribuzione granulometrica, contenuto di legante, contenuto di vuoti) e dei requisiti prestazionali (sensibilità all'acqua, resistenza a trazione indiretta, moduli di rigidezza).

Il primo rapporto di validazione periodica deve essere effettuato dopo un anno dal mix design.

6.1.2 CONTROLLI PRELIMINARI DEGLI ELEMENTI DI INTERCONNESSIONE

La DL deve procedere con il controllo preliminare delle caratteristiche dei materiali che l'Impresa intende impiegare per la realizzazione degli elementi di interconnessione.

L'Impresa deve trasmettere alla DL, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori, la documentazione tecnica necessaria per valutare la conformità delle caratteristiche dei prodotti alle presenti prescrizioni tecniche comprensiva anche della documentazione di marcatura CE (DoP) dei prodotti al fine di assicurare l'impiego di prodotti da costruzione idonei all'utilizzo.

6.1.3 CONTROLLI PRELIMINARI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PLASTICO A FREDDO PER RIPRISTINI LOCALIZZATI

Prima della consegna del prodotto il Committente deve procedere con il controllo preliminare delle caratteristiche dei materiali che il produttore o il distributore intende fornire.

Il produttore o il distributore deve trasmettere al Committente la documentazione tecnica compresa in un Fascicolo tecnico necessaria per valutare la conformità delle caratteristiche dei prodotti alle presenti prescrizioni tecniche.

6.2 CONTROLLI PERIODICI SU MATERIALI E LAVORAZIONI

6.2.1 CONTROLLI PERIODICI SUL CONGLOMERATO BITUMINOSO PRODOTTO E STESO A CALDO O A TIEPIDO E SULLO STRATO

Il Direttore dei lavori deve procedere con i controlli periodici sulle miscele bituminose e sullo strato per la verifica di conformità ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le informazioni relative ai controlli periodici, campioni, requisiti e relative frequenze, sono riportati nel prospetto 76.

Prospetto 76 – Controlli periodici su materiali in consegna e sulle lavorazioni eseguite

CAMPIONE	REQUISITI DA VERIFICARE	FREQUENZA
Conglomerato bituminoso sciolto prelevato presso vibrofinitrice	<ul style="list-style-type: none"> – Distribuzione granulometrica (prospetto 12) – Contenuto di legante (Prospetto 20) – Resistenza a trazione indiretta (Prospetti 24, 25, 26) ¹⁾ – Sensibilità all'acqua (Prospetti 24, 25, 26) ¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> – Giornaliera per lotto – Ogni 800t (base), 500t (binder), 200t (usura) – Inizio fornitura per impianto – Ogni 1.600t (base), 1.000t (binder), 400t (usura) per impianto
	<ul style="list-style-type: none"> – Modulo di rigidezza (Prospetti 23, 24, 25) 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Inizio fornitura per impianto – Ogni 3.200t (base), 2.000t (binder), 800t (usura) – per impianto Carota prelevata da pavimentazione – Vuoti d'aria (Prospetto 29) – Un campione nella fascia di stesa
Carota prelevata da pavimentazione	<ul style="list-style-type: none"> – Vuoti d'aria (Prospetto 29) 	<ul style="list-style-type: none"> – Un campione nella fascia di stesa con lunghezza non superiore a 600m e larghezza oltre a 3m – Un campione nella fascia di stesa con lunghezza non superiore a 800m e larghezza fino a 3m
	<ul style="list-style-type: none"> – Spessore (Prospetto 31) 	<ul style="list-style-type: none"> – Un campione nella fascia di stesa con lunghezza non superiore a 300m
Superficie della pavimentazione realizzata	<ul style="list-style-type: none"> – Profondità della macrotestitura (Prospetto 30) – Irregolarità della superficie (Prospetto 30) 	<ul style="list-style-type: none"> – Un campione nella fascia di stesa con lunghezza non superiore a 1.000m – In caso di dubbio – In presenza di difettosità
<p>NOTE</p> <p>¹⁾ Requisiti da determinare con prelievo contestuale al prelievo giornaliero (medesimo punto) per la determinazione della distribuzione granulometrica e del contenuto di legante</p>		

Il conglomerato bituminoso impiegato per la realizzazione dello strato di risagomatura (prospetto 1) sarà sottoposto alle verifiche di conformità dei requisiti di distribuzione granulometrica, contenuto di legante e sensibilità all'acqua come definito nel prospetto precedente.

A seconda del tipo di campione da prelevare il prelievo dovrà essere eseguito da personale competente a cura del Direttore dei lavori o suo incaricato qualificato o dal tecnico del laboratorio in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa. Il campionamento dei conglomerati bituminosi, sia sciolti che compattati, dovrà essere conforme ai metodi previsti dalla norma UNI EN 12697 parte 27.

La DL avrà cura di individuare con precisione le progressive di inizio e fine del tratto eseguito nella singola giornata ed il senso della fascia di stesa (in sinistra o in destra), riferito al crescere della progressiva chilometrica.

Il punto di prelevamento dei campioni dovrà essere individuato dal responsabile del campionamento assicurando il principio di rappresentatività del lotto di materiale, in consegna, o della pavimentazione realizzata. L'esatta progressiva

chilometrica del punto di prelievo dovrà essere riportata nel Verbale di prelievo a cura del responsabile incaricato.

In particolare,

- per **lotto** di materiale in consegna si intende la quantità del medesimo tipo di conglomerato bituminoso proveniente dallo stesso impianto di produzione e steso in una giornata in modo continuo o frazionato (separato) in più fasce di stesa;
- per **tratta di stesa omogenea** si intende l'area pavimentata con medesimo materiale realizzata in una giornata in modo continuo o frazionato (separato) in più fasce di stesa;
- per **fascia di stesa** si intende l'area pavimentata con il passaggio di un treno di stesa (una vibrofinitrice e rulli compattatori al seguito), può avere larghezze variabili.

Per i requisiti di addensamento (contenuto dei vuoti d'aria) e di spessore valgono i valori caratteristici della tratta di stesa omogenea giornaliera ottenuti dalla media dei valori accettabili riscontrati.

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti, ma risultino comunque accettabili, il Direttore Lavori procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo paragrafo 7 ed applicata per l'intera superficie della tratta di stesa omogenea di cui al prelievo giornaliero.

Rimane facoltà dell'Impresa l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica di valori non conformi relativamente al contenuto dei vuoti da effettuate precedente nelle immediate vicinanze (compatibilmente con le esigenze di sicurezza e convenienza entro un raggio di cm 50). Tali prelievi dovranno essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori e gli oneri saranno a carico dell'Impresa.

6.2.2 CONTROLLI PERIODICI SUL CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO A FREDDO E SULLO STRATO

La DL deve procedere con i controlli periodici sulle miscele bituminose e sullo strato per la verifica di conformità ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le informazioni relative ai controlli periodici, campioni, requisiti e relative frequenze, sono riportati nel prospetto 77.

Prospetto 77 – Controlli periodici su materiali in consegna e sulle lavorazioni eseguite (conglomerato bituminoso riciclato a freddo)

CAMPIONE	REQUISITI DA VERIFICARE	FREQUENZA
Conglomerato bituminoso sciolto in consegna	– Distribuzione granulometrica (Prospetto 38) – Contenuto di legante (Prospetto 39)	– Inizio fornitura per impianto – Ogni 1.000m ³ di prodotto fornito
	– Resistenza a trazione indiretta (Prospetto 40) – Modulo di rigidezza (Prospetto 40)	– Ogni 2.000 mq
	– Resistenza a compressione (Prospetto 40)	
Carota prelevata da pavimentazione	– Massa volumica in situ (Prospetto 40)	– Ogni 1.000 mq
	– Grado di compattazione (Prospetto 41)	– Ogni 2.000 mq
	– Spessore (Prospetto 42)	– Ogni 1.000 mq

A seconda del tipo di campione da prelevare il prelievo dovrà essere eseguito da personale competente a cura del Direttore dei lavori o suo incaricato qualificato o dal tecnico del laboratorio in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa. Il campionamento dei conglomerati bituminosi, sia sciolti che compattati, dovrà essere conforme ai metodi previsti dalla norma UNI EN 12697 parte 27.

La DL avrà cura di individuare con precisione le progressive di inizio e fine del tratto eseguito nella singola giornata ed il senso della fascia di stesa (in sinistra o in destra), riferito al crescere della progressiva chilometrica.

Il punto di prelevamento dei campioni dovrà essere individuato dal responsabile del campionamento assicurando il principio di rappresentatività del lotto di materiale, in consegna, o della pavimentazione realizzata. L'esatta progressiva chilometrica del punto di prelievo dovrà essere riportata nel Verbale di prelievo a cura del responsabile incaricato.

Per i requisiti di addensamento (contenuto dei vuoti d'aria) e di spessore valgono i valori caratteristici del tratto omogeneo giornaliero ottenuti dalla media dei valori accettabili riscontrati.

Qualora l'esito delle prove non sia conforme ai requisiti richiesti, ma risultino comunque accettabili, la DL procederà alla rideterminazione del prezzo come indicato al successivo paragrafo 7 ed applicata per l'intera superficie del tratto omogeneo di cui al prelievo giornaliero.

Rimane facoltà dell'Impresa l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica di valori non conformi relativamente al contenuto dei vuoti da effettuate precedente nelle immediate vicinanze (compatibilmente con le esigenze di sicurezza e convenienza entro un raggio di cm 50). Tali prelievi dovranno essere effettuati in contraddittorio con la Direzione Lavori e gli oneri saranno a carico dell'Impresa.

6.2.3 CONTROLLI PERIODICI SUGLI ELEMENTI DI INTERCONNESSIONE

La DL deve procedere con i controlli periodici sugli elementi di interconnessione per la verifica di conformità ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le informazioni relative ai controlli periodici, campioni, requisiti e relative frequenze, sono riportati nel prospetto 78.

Prospetto 78 – Controlli periodici sugli elementi di interconnessione

CAMPIONE	REQUISITI DA VERIFICARE	FREQUENZA
Emulsione bituminosa (prelevata da cisterna)	-Caratteristiche di prodotto (Prospetto 45, 46)	-Inizio fornitura – Ogni 10.000mq di area trattata
Carota prelevata da pavimentazione	-Legame tra gli strati (Prospetto 47) ¹⁾	– ogni 10.000 mq di area trattata
NOTA ¹⁾ Si applica per mani d'attacco		

6.2.4 CONTROLLI PERIODICI SUL CONGLOMERATO BITUMINOSO PLASTICO PER RIPRISTINI

Il Committente deve procedere con i controlli periodici sulla fornitura dei materiali per la verifica di conformità ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le informazioni relative ai controlli periodici, campioni, requisiti e relative frequenze, sono riportati nel prospetto 79.

Prospetto 79 – Controlli periodici sul conglomerato bituminoso plastico per ripristini localizzati

CAMPIONE	REQUISITI DA VERIFICARE	FREQUENZA
Conglomerato bituminoso sciolto	– Distribuzione granulometrica (Prospetto 56) – Contenuto di legante (Prospetto 57) – Caratteristiche meccaniche e volumetriche (Prospetto 58)	– Ogni 20.000 kg di prodotto fornito
	– Lavorabilità (Prospetto 60)	– A due mesi dalla consegna del prodotto

7. PENALIZZAZIONI

I risultati delle ispezioni e delle prove raccolti nei controlli in corso d'opera o finali dovranno essere conformi ai requisiti richiesti nelle presenti prescrizioni tecniche.

L'esecuzione delle opere di pavimentazione in conglomerato bituminoso si configurano come processi speciali il cui risultato può essere valutato ad opera eseguita. I controlli su prodotti e lavorazioni, in fase esecutiva e finali, possono dare esito positivo (conformità ai requisiti definiti) o esito negativo (non conformità ai requisiti definiti).

Nel caso di non conformità la DL procederà con applicazione di una detrazione del prezzo calcolata in base alla criticità del requisito e all'entità dello scostamento. Per alcuni requisiti è previsto un valore di soglia oltre il quale la lavorazione non risulta accettabile e l'Impresa dovrà procedere con la rimozione e la ricostruzione dell'opera o parte di essa, a propria cura e spese.

Il prospetto 80 riporta l'elenco dei requisiti sottoposti a controllo periodico con le indicazioni di applicabilità delle detrazioni economiche e delle soglie di accettazione, ove previste.

Prospetto 80 – Applicazione delle penalizzazioni

REQUISITO	PRODOTTO / STRATO					PENALIZZAZIONE	
	CB a caldo e tiepido	CB riciclato a freddo	CB a freddo per riadestri	CB chiaro	Mano d' attacco	DETRAZIONE	SOGLIA DI ACCETTAZIONE
Distribuzione granulometrica	X	X	X	X	-	X	-
Contenuto di legante	X	X	X	X	-	X	X
Resistenza a trazione indiretta	X	X	X	X	-	X	-
Sensibilità all'acqua	X	X	X	X	-	X	-
Modulo di rigidezza	X	X	-	X	-	X	-
Vuoti d'aria	X	X	-	X	-	X	X
Spessore	X	X	-	X	-	X	X
Profondità della macrotessitura	X	-	-	-	-	X	X
Irregolarità della superficie	X	X	-	-	-	-	X
Legame tra gli strati	-	-	-	-	X	X	-

Qualora i risultati dei controlli effettuati secondo quanto definito nel capitolo precedente (capitolo 6) non dovessero essere conformi ai requisiti definiti nelle presenti prescrizioni tecniche, la DL procederà la determinazione delle detrazioni, come di seguito specificato.

Qualora la somma delle detrazioni risulti maggiore di 50 punti percentuali, l'intera superficie della tratta di stesa omogenea di cui al prelievo giornaliero sarà considerata non idonea e di conseguenza non collaudabile.

7.1 DETRAZIONE PER REQUISITO “DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 81 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 81 – Applicazione del requisito “Distribuzione granulometrica”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido	1	12	Fuso granulometrico	-
CB-R riciclati a freddo	2	38	Fuso granulometrico	-
CB-P a freddo per ripristini localizzati	4		Tolleranze su mix design	-
CB chiari	5		Fuso granulometrico	-

Per il calcolo della detrazione del requisito “distribuzione granulometrica” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (granulometria)} = (\sum \Delta)^2 \times 0,03$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il limite di tolleranza definito (limiti del fuso di prodotto, min o max), per la singola ordinata, valore arrotondato al primo decimale per il setaccio 0,063mm e all'intero per gli altri setacci

Σ = sommatoria degli scostamenti Δ oltre il fuso di prodotto

Esempio di calcolo

scostamenti rilevati da rapporto di prova: $\Delta = 1,8; 10; 5; 7;$

sommatoria degli scostamenti rilevati $\Sigma = 23,8$

detrazione = $(23,8)^2 \times 0,03 = 564,44 \times 0,03 = 16,99$ [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea** o **lotto** di materiale fornito.

7.2 DETRAZIONE PER REQUISITO “CONTENUTO DI LEGANTE”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 82 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia. Si considerano gli scostamenti per contenuto inferiore alla percentuale dichiarata dal produttore con lo studio di miscela; non sono considerati gli scostamenti per contenuto maggiore alla percentuale dichiarata dal produttore con lo studio di miscela.

Prospetto 82 – Applicazione del requisito “Contenuto di legante”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA ¹⁾	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido	1	20, 21	- 0,5	- 0,8
CB-R riciclati a freddo	2	39	- 0,5	- 0,8
CB-P a freddo per ripristini localizzati	4	57	- 0,5	- 0,8
CB chiari	5	68	- 0,5	- 0,8
NOTE				
¹⁾ La tolleranza ed il valore di soglia sono applicati alla percentuale di legante dichiarato dal produttore				

Per il calcolo della detrazione del requisito “contenuto di legante” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (contenuto legante)} = \Delta \times 150$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il limite di tolleranza (-0,5) applicato alla percentuale dichiarata dal produttore a seguito di studio di miscela

Esempio di calcolo

Valore dichiarato dal produttore = 5,0%

Tolleranza = -0,5%

Valore di soglia = 5,0% - 0,8% = 4,2%

Valore rilevato con prova di laboratorio = 4,3%

Detrazione = [(5,0 - 0,5) - 4,3] x 150 = 564,44 x 0,03 = 30,00 [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea** o **lotto** di materiale fornito.

7.3 DETRAZIONE PER REQUISITO “SENSIBILITA’ ALL’ACQUA”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 83 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 83 – Applicazione del requisito “Sensibilità all’acqua”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido	1	24, 25, 26	-	-
CB-P a freddo per ripristini localizzati	4	58	-	-
CB chiari	5	71	-	-

Per il calcolo della detrazione del requisito “sensibilità all’acqua” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (sensibilità all’acqua)} = (\Delta)^2 \times 0,06$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il valore definito per il requisito

Esempio di calcolo

Valore definito = 90%

Valore rilevato con prova di laboratorio = 80%

Scostamento rilevato = 10%

Detrazione = $(90 - 80)^2 \times 0,06 = 10^2 \times 0,06 = 6,00$ [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale per l’intera superficie della **tratta di stesa omogenea** o **lotto** di materiale fornito.

7.4 DETRAZIONE PER REQUISITO “Resistenza a trazione indiretta”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 84 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 84 – Applicazione del requisito “Resistenza a trazione indiretta”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido	1	24, 25, 26	-	-
CB-R riciclati a freddo	2	40	-	-
CB chiari	5	71	-	-

Per il calcolo della detrazione del requisito “resistenza a trazione indiretta” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (resistenza a trazione indiretta)} = (\Delta)^2 \times 0,0025$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il valore definito per il requisito

Esempio di calcolo

valore definito (es. massimo) = 1.600kPa

valore rilevato con prova di laboratorio = 1.700kPa

scostamento rilevato = 100kPa

detrazione = $(1.700-1.600)^2 \times 0,0025 = 100^2 \times 0,0025 = 25,00$ [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea** o **lotto** di materiale fornito.

7.5 DETRAZIONE PER REQUISITO “Modulo di rigidezza”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 85 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 85 – Applicazione del requisito “Modulo di rigidezza”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido	1	24, 25, 26	-	-

Per il calcolo della detrazione del requisito “modulo di rigidezza” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (modulo di rigidezza)} = \Delta \times 0,025$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il valore definito per il requisito

Esempio di calcolo

valore definito (es. massimo) = 10.000MPa

valore rilevato con prova di laboratorio = 11.000MPa

scostamento rilevato = 1.000MPa

detrazione = $(11.000-10.000) \times 0,025 = 1.000 \times 0,025 = 25,00$ [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea** o **lotto** di materiale fornito.

7.6 DETRAZIONE PER REQUISITO “vuoti residui”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 86 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 86 – Applicazione del requisito “Vuoti residui”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido, chiari (base, binder, multifunzione)	1 - 5	29, 73	8 (9)	11 (12)
CB prodotti a caldo e a tiepido, chiari (usure)	1 - 5	29, 73	7 (8)	10 (11)
CB prodotti a caldo e a tiepido (SMA)	1	29	6 (5)	8 (9)

NOTE
I valori tra parentesi sono riferiti a pavimentazioni con pendenza >6%

Per il calcolo della detrazione del requisito “vuoti residui” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (vuoti residui)} = \Delta^3 \times 0,375$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il valore di tolleranza definito per il prodotto

Esempio di calcolo

valore definito (usura con pendenza < 6%) = 7%

valore rilevato con prova di laboratorio = 9,5%

scostamento rilevato = 2,5%

detrazione = $(2,5)^3 \times 0,375 = 1.000 \times 0,375 = 4,69$ [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea**.

7.7 DETRAZIONE PER REQUISITO “spessore”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 87 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 87 – Applicazione del requisito “Vuoti residui”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido	1	31	-	75% s progetto-
CB-R riciclati a freddo	2	42	-	75% s progetto
CB chiari	5	75	-	75% s progetto

Per il calcolo della detrazione del requisito “spessore” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (spessore)} = (\Delta / 100) \times 120$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il valore di progetto

Esempio di calcolo

valore definito in progetto = 100,00mm

valore rilevato mediante carotaggio = 80,00mm

scostamento rilevato = 20,00mm

detrazione = $(20,00 / 100) \times 120 = 0,2 \times 120 = 24,00$ [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea**.

7.8 DETRAZIONE PER REQUISITO “ancoraggio mano d'attacco”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 88 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 88 – Applicazione del requisito “Vuoti residui”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
Mano d'attacco	3	47	-	5kN

Per il calcolo della detrazione del requisito “ancoraggio mano d'attacco” si applica la seguente formula:

$$\text{DETRAZIONE (ancoraggio mano d'attacco)} = \Delta^2 \times 0,6$$

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il valore richiesto

Esempio di calcolo

valore richiesto = 12kN

valore rilevato con prova di laboratorio = 8,50kN

scostamento rilevato = 3,5kN

detrazione = $(3,5)^2 \times 0,6 = 6,25 \times 0,6 = 3,75$ [%]

La detrazione, così calcolata con 2 cifre decimali, è applicata in percentuale al prezzo dello strato sovrapposto per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea**.

7.9 DETRAZIONE PER REQUISITO “macrotessitura”

La penalizzazione si applica ai prodotti riportati nel prospetto 89 integrato con i riferimenti ai requisiti corrispondenti e al valore di soglia.

Prospetto 89 – Applicazione del requisito “Macrotessitura”

MATERIALE / LAVORAZIONE	RIFERIMENTI		TOLLERANZA	VALORE DI SOGLIA
	Capitolo	Prospetto		
CB prodotti a caldo e a tiepido	1	30	-	0,30

Per il calcolo della detrazione del requisito “macrotessitura” si applica la seguente formula:

DETRAZIONE (macrotessitura) = per fasce di scostamento

FASCIA A = per $\Delta \leq 10\%$ detrazione 10%

FASCIA B = per $\Delta > 10\%$ detrazione 20%

dove

Δ = scostamento tra il valore rilevato e il valore previsto

Esempio di calcolo fascia A

valore definito per usure (escluso SMA) = 0,40 mm

valore rilevato con prova in situ = 0,38 mm

scostamento rilevato = 5%

detrazione = 10,00 [%]

Esempio di calcolo fascia B

valore definito per usure (escluso SMA) = 0,40 mm

valore rilevato con prova in situ = 0,32 mm

scostamento rilevato = 20%

detrazione = 20,00 [%]

La detrazione è applicata in percentuale per l'intera superficie della **tratta di stesa omogenea**.

SCHEDE PRODOTTO

Di seguito sono riportate le schede riepilogative dei requisiti dei materiali per pavimentazioni specificati nelle presenti prescrizioni tecniche.

Le informazioni riportate nelle singole schede sono:

- Identificazione del prodotto,
- codice

- prodotto
- strato di impiego
- riferimento al paragrafo descrittivo della specifica tecnica
- Requisiti dei materiali costituenti
- Requisiti del prodotto,
- Requisiti dello strato.

Si precisa che le schede riportano la sintesi dei requisiti richiesti e sono finalizzate ad agevolare l'individuazione dei prodotti e delle rispettive caratteristiche. La descrizione esaustiva delle caratteristiche e dei metodi di qualificazione e controllo è descritta nei paragrafi di riferimento.

Il prospetto 90 riporta l'elenco delle schede prodotto.

Prospetto 90 - Elenco delle schede prodotto (Pavimentazioni)

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE ²⁾	D _{max}	DESCRIZIONE DEL PRODOTTO	RIF
C-c	Usura	CB 10 usura 50/70 o 70/100	10	Usura a caldo con bitume tal quale	1
D-c	Usura	CB 12,5 usura 50/70 o 70/100	12,5	Usura a caldo con bitume tal quale	2
D-t	Usura	CB 12,5 usura 50/70 o 70/100	12,5	Usura a tiepido con bitume tal quale	
D-M-c	Usura	CB 12,5 usura 45/80-70	12,5	Usura a caldo con bitume modificato	3
D-M-t	Usura	CB 12,5 usura 45/80-70	12,5	Usura a tiepido con bitume modificato	
SMA-c	Usura	SMA 12,5 45/80-70	14	Usura antisdrucchiolo a caldo con bitume modificato	4
SMA-t	Usura	SMA 12,5 45/80-70	14	Usura antisdrucchiolo a tiepido con bitume modificato	
E-c	Multifunzionale	CB 20 binder 50/70 o 70/100	20	Multifunzionale a caldo con bitume tal quale	5
E-t	Multifunzionale	CB 20 binder 50/70 o 70/100	20	Multifunzionale a tiepido con bitume tal quale	
E-M-c	Multifunzionale	CB 20 binder 45/80-70	20	Multifunzionale a caldo con bitume modificato	6
E-M-t	Multifunzionale	CB 20 binder 45/80-70	20	Multifunzionale a tiepido con bitume modificato	
B-c	Binder	CB 31,5 binder 50/70 o 70/100	31,5	Binder a caldo con bitume tal quale	7
B-t	Binder	CB 31,5 binder 50/70 o 70/100	31,5	Binder a tiepido con bitume tal quale	
B-M-c	Binder	CB 31,5 binder 45/80-70	31,5	Binder a caldo con bitume modificato	8
B-M-t	Binder	CB 31,5 binder 45/80-70	31,5	Binder a tiepido con bitume modificato	
B-AM-c	Binder	CB 31,5 binder 10/40-70	31,5	Binder a caldo ad elevate prestazioni con bitume modificato	9
B-AM-t	Binder	CB 31,5 binder 10/40-70	31,5	Binder a tiepido ad elevate prestazioni con bitume modificato	
A-c	Base	CB 31,5 base 50/70 o 70/100	40	Base a caldo con bitume tal quale	10
A-t	Base	CB 31,5 base 50/70 o 70/100	40	Base a tiepido con bitume tal quale	
A-M-c	Base	CB 31,5 base 45/80-70	40	Base a caldo con bitume modificato	11
A-M-t	Base	CB 31,5 base 45/80-70	40	Base a tiepido con bitume modificato	
CB-R	Base - sottobase	-	40	Conglomerato bituminoso riciclato a freddo	12
CB-P-BP	Ripristini localizzati	-	8	Conglomerato bituminoso plastico a basse prestazioni	13
CB-P-AP	Ripristini localizzati	-	12,5	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni	14
CB-P-ID	Ripristini localizzati	-	14	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni idroreattivo	15

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
C-c	Superficiale di usura	CB 10 usura 50/70 o 70/100	10	Usura a caldo con bitume tal quale	1
-	-	-	-	-	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI					
REQUISITO		NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)					
Idoneità all'impiego		UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata		UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato

Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	10		
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 24 (LA ₂₅)		
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100 (C _{100/0})		
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)		
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato		
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15 (FI ₁₅)		
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 20 (SI ₂₀)		
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	> 40 (PSV ₄₀)		
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})		
AGGREGATI FINI						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato		
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70		
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10		
FILLER						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.		
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})		
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})		
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato		
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >10%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >10%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >10%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso di schiumatura)				CALDO	TIEPIDO	
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	50/70	70/100	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	46 - 54	43 - 51	-
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤8	≤10	-
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _e	%	-	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, Y=10s ⁻¹	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	-	-	-
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	-	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)						
	UNI EN 12607-1					
Variatione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	≤0,8	-
Variatione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥50	≥46	-
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11	≤11	-
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)						
	UNI EN 13399					
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	-	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	-	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso						
	Procedimento empirico					
Rapporto di espansione	-	ER _m	%	-	-	-
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	-
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
-----------	-------	-------	----	--------

QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-34	-	-	Volumetrico Marshall
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39 UNI/PdR 88	B _{min}	%	≥5,2 (B _{min5,2})
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI				
<p>GRAFICO</p> <p>Passante (%)</p> <p>Apertura setacci (mm)</p>	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	setaccio	%	passante
		-		-
		8		100
		6,3		84 - 100
		4		63 - 92
		2		42 - 62
		1		30 - 46
		0,5		21 - 34
0,063	4 - 11			
CONTENUTO DI VUOTI				
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 (V _{min3} - V _{max6})
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI				
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 - 1.400
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤14.000
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	3.000 - 8.000
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥700
TEMPERATURE				
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	CALDO 150-180 TIEPIDO -
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	150-160 -
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180 -
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>140 -

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V _{max}	%	< 7
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 8
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	≥60
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	≥0,40
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

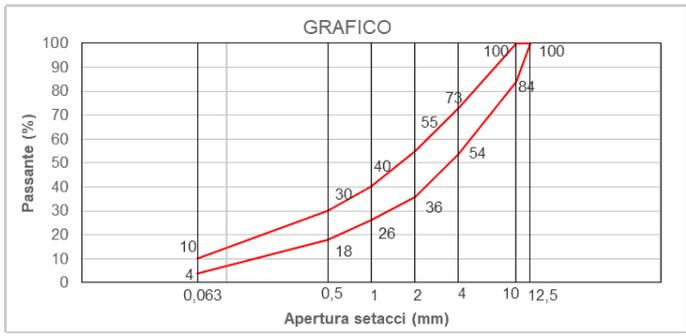
CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D_{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
D-c	Superficiale di usura	CB 12,5 usura 50/70 o 70/100	12,5	Usura a caldo con bitume tal quale	2
D-t	Superficiale di usura	CB 12,5 usura 50/70 o 70/100	12,5	Usura a tiepido con bitume tal quale	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)

Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	12,5		
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 24 (LA ₂₅)		
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100 (C _{100/0})		
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)		
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato		
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15 (FI ₁₅)		
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 20 (SI ₂₀)		
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	> 40 (PSV ₄₀)		
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})		
AGGREGATI FINI						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato		
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70		
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10		
FILLER						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.		
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})		
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})		
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato		
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >10%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >10%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >10%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO	TIEPIDO	
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	50/70	70/100	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	46 - 54	43 - 51	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤-8	≤-10	≤-10
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _e	%	-	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, Y=10s-1	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	-	-	≤ 0,20
Coessione per resistenza a trazione tramite dutilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	-	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)						
Variazione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	≤0,8	≤0,5
Variazione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥50	≥46	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11	≤11	≤10
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)						
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	-	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	-	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso						
Rapporto di espansione	-	ER _m	%	-	-	≥20
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	≥25
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
-----------	-------	-------	----	--------

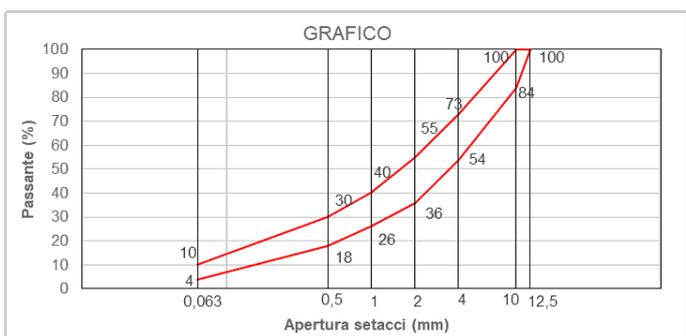
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA					
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)	
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31	-	-	Volumetrico	
Validazione periodica	UNI EN 12697-34	-	-	Marshall	
	-	-	-	Prova di validazione	
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA					
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design	
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39 UNI/PdR 88	B _{min}	%	≥5,2 (B _{min5,2})	
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato	
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI					
		setaccio		passante	
		-		-	
		-		-	
	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	12,5	%	100	
		10		84 - 100	
		4		54 - 73	
		2		36 - 55	
		1		26 - 40	
		0,5		18 - 30	
	0,063		4 - 10		
CONTENUTO DI VUOTI					
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 (V _{min3} - V _{max6})	
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI					
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 - 1.400	
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤14.000	
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	3.000 - 8.000	
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥700	
TEMPERATURE				CALDO	TIEPIDO
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	150-180	120-150
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	150-160	Dichiarato
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180	<160
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>140	>110

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	< 7
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 8
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	≥60
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	≥0,40
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
D-M-c	Superficiale di usura	CB 12,5 usura 45/80-70	12,5	Usura a caldo con bitume modificato	3
D-M-t	Superficiale di usura	CB 12,5 usura 45/80-70	12,5	Usura a tiepido con bitume modificato	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI						
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Riolite - porfido		
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	12,5		
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20 (LA ₂₀)		
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100 (C _{100/0})		
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)		
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato		
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15 (FI ₁₅)		
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 20 (SI ₂₀)		
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	> 45 (PSV ₄₅)		
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})		
AGGREGATI FINI						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato		
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70		
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10		
FILLER						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.		
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})		
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})		
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato		
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >10%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >10%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >10%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO	TIEPIDO	
Idoneità all'impiego	UNI EN 14023	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	45/80	-	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	≥70	-	-
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤ -15	-	-
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _e	%	>75	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, Y=10s-1	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≥0,40	-	-
Coessione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	≥3,0	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)						
Variazione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	-	-
Variazione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥60	-	-
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤5	-	-
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)						
UNI EN 13399						

Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	<9	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	<5	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico					
Rapporto di espansione	-	ERm	%	-	-	-
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	-
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO					
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE	
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA					
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)	
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31	-	-	Volumetrico	
	UNI EN 12697-34	-	-	Marshall	
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione	
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA					
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design	
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥5,2 (B _{min5,2})	
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88		%	Valore dichiarato	
	UNI EN ISO 14021				
	UNI EN ISO 14025				
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI					
	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2		%	setaccio	passante
				-	-
				12,5	100
				10	84 - 100
				4	54 - 73
				2	36 - 55
				1	26 - 40
				0,5	18 - 30
0,063	4 - 10				
CONTENUTO DI VUOTI					
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 (V _{min3} - V _{max6})	
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI					
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	1.300 - 2.000	
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤12.000	
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	4.000 - 7.000	
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥1.000	
TEMPERATURE					
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	CALDO 160-180	TIEPIDO 130-160
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	160-170	Dichiarato
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180	<160
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>150	>120

CARATTERISTICHE DELLO STRATO					
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE	

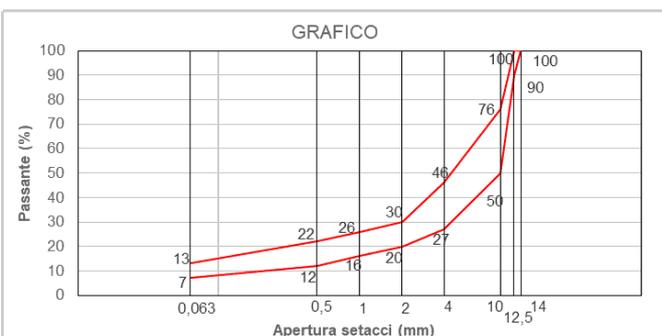
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V _{max}	%	< 7
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 8
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	≥60
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	≥0,40
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
SMA-c	Superficiale di usura	CB 12,5 usura 45/80-70	14	Usura antisdrucchiolo a caldo con bitume modificato	4
SMA-t	Superficiale di usura	CB 12,5 usura 45/80-70	14	Usura antisdrucchiolo a tiepido con bitume modificato	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Riolite - porfido
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	14
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 20 (LA ₂₀)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100 (C _{100/0})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15 (FI ₁₅)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 20 (SI ₂₀)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	> 45 (PSV ₄₅)
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})
AGGREGATI FINI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10
FILLER				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >10%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >10%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >10%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1–G2	%	< 1% (F ₁)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO TIEPIDO

Idoneità all'impiego	UNI EN 14023	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	45/80	-	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	≥70	-	-
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤ -15	-	-
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	Re	%	>75	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≥0,40	-	-
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	≥3,0	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)	UNI EN 12607-1					
Variazione in massa (M_2/M_1*100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	-	-
Variazione della penetrazione residua (P_2/P_1*100)	UNI EN 1426	P	%	≥60	-	-
Incremento del punto di rammollimento (T_2-T_1)	UNI EN 1427	T	°C	≤5	-	-
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)	UNI EN 13399					
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	<9	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	<5	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico					
Rapporto di espansione	-	ERm	%	-	-	-
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	-
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-5	CE	-	Marcatura CE (2+)
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-34	-	-	Volumetrico Marshall
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥5,2 (B _{min5,2})
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88 UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI				
	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	setaccio		passante
		-		-
		14		100
		12,5		90 - 100
		10	%	50 - 76
		4		27 - 46
2		20 - 30		
1		16 - 26		
0,5		12 - 22		
0,063		7 - 13		
CONTENUTO DI VUOTI				
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	2 - 5 (V _{min2} - V _{max5})
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI				
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	900 - 1.700
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-23	Sm	MPa	≤12.000

Modulo di rigidezza (a 20°C)	(Annex C)	Sm	MPa	4.000 – 7.000	
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥1.000	
TEMPERATURE				CALDO	TIEPIDO
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	160-180	130-160
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	160-170	Dichiarato
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180	<160
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>150	>120

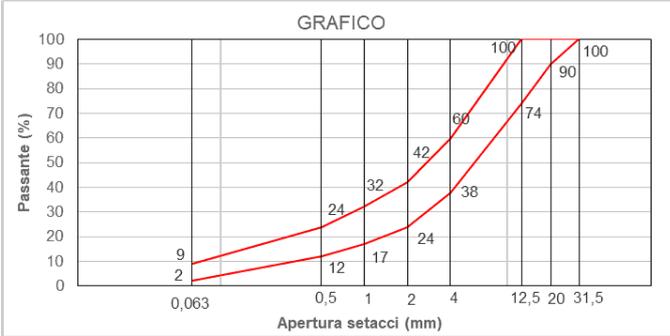
CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V _{max}	%	< 6
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 7
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	≥60
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	≥0,50
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
E-c	Multifunzionale	CB 20 binder 50/70 o 70/100	31,5	Multifunzionale a caldo con bitume tal quale	5
E-t	Multifunzionale	CB 20 binder 50/70 o 70/100	31,5	Multifunzionale a tiepido con bitume tal quale	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	31,5
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 24 (LA ₂₅)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{90/1})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})
AGGREGATI FINI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10
FILLER				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato

Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >20%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >20%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >20%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F1)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO		TIEPIDO
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	50/70	70/100	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	46 - 54	43 - 51	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤-8	≤-10	≤-10
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	RE	%	-	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, Y=10s-1	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	-	-	≤ 0,20
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	-	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)	UNI EN 12607-1					
Variatione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	≤0,8	≤0,5
Variatione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥50	≥46	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11	≤11	≤10
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)	UNI EN 13399					
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	-	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	-	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico			-	-	-
Rapporto di espansione	-	ERm	%	-	-	≥20
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	≥25
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-34	-	-	Volumetrico Marshall
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥4,8 (B _{min} 4,4)
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88 UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI				
	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	setaccio		passante
		-		-
		31,5		100
		20	%	90 - 100
		12,5		74 - 100
		4		38 - 60
		2		24 - 42
1	17 - 32			
0,5	12 - 24			

		0,063		2 - 9	
CONTENUTO DI VUOTI					
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 ($V_{min3} - V_{max6}$)	
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI					
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 - 1.500	
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤22.000	
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	3.000 - 12.000	
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥1.000	
TEMPERATURE					
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	CALDO 150-180	TIEPIDO 120-150
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	150-160	Dichiarato
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180	<160
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>140	>110

CARATTERISTICHE DELLO STRATO					
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE	
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V_{max}	%	< 8	
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V_{max}	%	< 9	
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5	
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-	
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-	
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto	

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D_{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RFI.
E-M-c	Multifunzionale	CB 20 binder 45/80-70	31,5	Multifunzionale a caldo con bitume modificato	6
E-M-t	Multifunzionale	CB 20 binder 45/80-70	31,5	Multifunzionale a tiepido con bitume modificato	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI					
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE	
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)					
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)	
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato	
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	31,5	
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato	
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 24 (LA_{25})	
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 ($C_{90/1}$)	
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F_1)	
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato	
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI_{20})	
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI_{25})	
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-	
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 ($V_{3,5}$)	

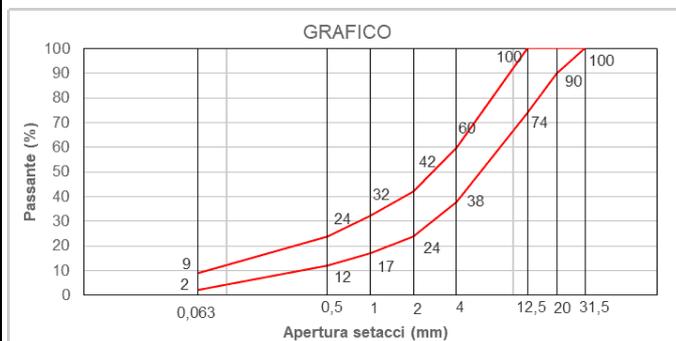
AGGREGATI FINI								
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-		Marcatura CE (2+)			
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%		Valore dichiarato			
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%		> 70			
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MBf	g/kg		< 10			
FILLER								
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-		Marcatura CE (2+)			
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%		100			
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%		da 85 a 100			
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%		da 70 a 100			
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-		N.P.			
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-		da 28 a 45 (V _{28/45})			
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-		>8 (Δ R&B _{8/16})			
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)								
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-		Valore dichiarato			
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-		Valore dichiarato			
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm		Valore dichiarato			
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-		Valore dichiarato			
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%		Valore dichiarato			
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%		Valore dichiarato			
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >20%	UNI EN 1426	P	0,1mm		Valore dichiarato			
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >20%	UNI EN 1427	T	°C		Valore dichiarato			
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >20%	UNI EN 1097-2	LA	%		<24			
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%		< 1% (F ₁)			
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg		< 100			
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg		< 1.000			
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-		DM 69/18 tab. b2.2			
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)					CALDO	TIEPIDO		
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-		Marcatura CE (2+)			
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	45/80	-	-		
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	≥70	-	-		
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤ -15	-	-		
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	>75	-	-		
Viscosità dinamica a 160 °C, γ=10s ⁻¹	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≥0,40	-	-		
Coesione per resistenza a trazione tramite dutilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	≥3,0	-	-		
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)	UNI EN 12607-1							
Variatione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	-	-		
Variatione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥60	-	-		
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤5	-	-		
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)	UNI EN 13399							
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	<9	-	-		
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	<5	-	-		
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico							
Rapporto di espansione	-	ER _m	%	-	-	-		
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	-		
ADDITIVI								
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-		Valori dichiarati			

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)
Studio di miscela (Mix design)	UNI EN 12697-31	-	-	Volumetrico
(uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-34	-	-	Marshall
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥4,8 (B _{min4,8})

Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI



CONTENUTO DI VUOTI

Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)

REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI

Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	1.000 – 1.800
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤20.000
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	5.000 – 10.000
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥2.000
TEMPERATURE				CALDO TIEPIDO
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	160-180 130-160
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	160-160 Dichiarato
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180 <160
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>150 >120

UNI/PdR 88		%	Valore dichiarato
UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025			
	setaccio		passante
	-		-
UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	31,5	%	100
	20		90 - 100
	12,5		74 - 100
	4		38 - 60
	2		24 - 42
	1		17 - 32
	0,5		12 - 24
0,063		2 - 9	

UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 (V _{min3} – V _{max6})
--	---	---	---

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

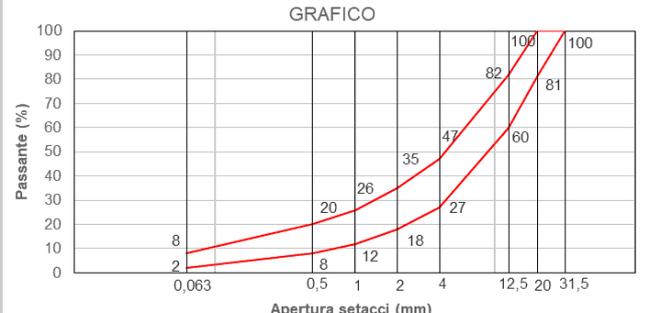
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V _{max}	%	< 8
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 9
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
--------	--------	--------------	------------------	----------------------	------

B-c	Binder (collegamento)	CB 31,5 binder 50/70 o 70/100	31,5	Binder a caldo con bitume tal quale	7
B-t	Binder (collegamento)	CB 31,5 binder 50/70 o 70/100	31,5	Binder a tiepido con bitume tal quale	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI						
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	31,5		
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)		
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})		
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)		
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato		
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)		
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)		
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-		
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})		
AGGREGATI FINI						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato		
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70		
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10		
FILLER						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.		
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})		
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})		
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato		
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >20%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >20%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >20%	UNI EN 1097-2	LA	%	-		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO		TIEPIDO
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	50/70	70/100	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	46 - 54	43 - 51	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤8	≤10	≤10
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	-	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, γ=10s ⁻¹	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	-	-	≤ 0,20
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	-	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)						
Variatione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	≤0,8	≤0,5
Variatione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥50	≥46	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11	≤11	≤10
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST) UNI EN 13399						
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	-	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	-	-	-

Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico			-	-	-
Rapporto di espansione	-	ERm	%	-	-	≥20
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	≥25
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO						
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31	-	-	Volumetrico		
Validazione periodica	UNI EN 12697-34	-	-	Marshall		
	-	-	-	Prova di validazione		
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA						
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design		
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39 UNI/PdR 88	B _{min}	%	≥4,4 (B _{min4,4})		
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato		
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI						
		setaccio		passante		
		-		-		
		31,5		100		
		20		81 - 100		
		12,5	%	60 - 82		
		4		27 - 47		
		2	18 - 35			
		1	12 - 26			
		0,5	8 - 20			
		0,063	2 - 8			
CONTENUTO DI VUOTI						
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 (V _{min3} - V _{max6})		
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI						
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)		
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 - 1.600		
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤22.000		
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	3.000 - 12.000		
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥1.000		
TEMPERATURE						
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	150-180	120-150	
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	150-160	Dichiarato	
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180	<160	
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>140	>110	

CARATTERISTICHE DELLO STRATO						
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V _{max}	%	< 8		
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 9		

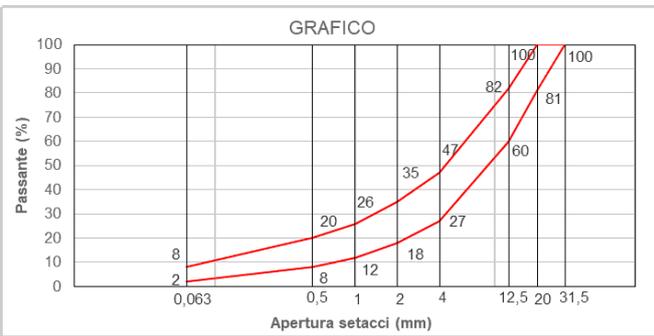
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
B-M-c	Binder (collegamento)	CB 31,5 binder 45/80-70	31,5	Binder a caldo con bitume modificato	8
B-M-t	Binder (collegamento)	CB 31,5 binder 45/80-70	31,5	Binder a tiepido con bitume modificato	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	31,5
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})
AGGREGATI FINI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _F	g/kg	< 10
FILLER				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >20%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >20%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >20%	UNI EN 1097-2	LA	%	-
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100

Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO	TIEPIDO	
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	45/80	-	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	≥70	-	-
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤ -15	-	-
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	RE	%	>75	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≥0,40	-	-
Coessione per resistenza a trazione tramite dutilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	≥3,0	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)	UNI EN 12607-1					
Variazione in massa (M_2/M_1*100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	-	-
Variazione della penetrazione residua (P_2/P_1*100)	UNI EN 1426	P	%	≤60	-	-
Incremento del punto di rammollimento (T_2-T_1)	UNI EN 1427	T	°C	≤5	-	-
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)	UNI EN 13399					
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	<9	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	<5	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico					
Rapporto di espansione	-	ERm	%	-	-	-
Tempo di semi-trasformazione	-	$t_{1/2}$	s	-	-	-
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE	
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA					
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)	
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-34	- -	- -	Volumetrico Marshall	
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione	
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA					
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design	
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥4,4 (B _{min4,4})	
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88 UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato	
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI					
 <p style="text-align: center;">GRAFICO</p>					
			setaccio	passante	
			-	-	-
			31,5	%	100
			20	%	81 - 100
			12,5	%	60 - 82
			4	%	27 - 47
			2	%	18 - 35
		1	%	12 - 26	
		0,5	%	8 - 20	
		0,063	%	2 - 8	
CONTENUTO DI VUOTI					
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 (V _{min3} - V _{max6})	
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI					

Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	950 – 1.700
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤20.000
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	5.000 – 10.000
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥2.000
TEMPERATURE				CALDO TIEPIDO
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	160-180 130-160
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	160-160 Dichiarato
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180 <160
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>150 >120

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V _{max}	%	< 8
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 9
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
B-AM-c	Binder (collegamento)	CB 31,5 binder 10/40-70	31,5	Binder a caldo alte prestazioni con bitume modificato	9
B-AM-t	Binder (collegamento)	CB 31,5 binder 10/40-70	31,5	Binder a tiepido alte prestazioni con bitume modificato	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	31,5
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})
AGGREGATI FINI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10
FILLER				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)

Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.		
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 ($V_{28/45}$)		
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	$\Delta R\&B$	-	>8 ($\Delta R\&B_{8/16}$)		
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato		
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >20%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >20%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >20%	UNI EN 1097-2	LA	%	-		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO		TIEPIDO
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	10/40	-	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	≥70	-	-
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤ -18	-	-
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	>80	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≥0,40	-	-
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	≥3,0	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)	UNI EN 12607-1					
Variazione in massa (M_2/M_1*100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	-	-
Variazione della penetrazione residua (P_2/P_1*100)	UNI EN 1426	P	%	≥65	-	-
Incremento del punto di rammollimento (T_2-T_1)	UNI EN 1427	T	°C	≤5	-	-
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)	UNI EN 13399					
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	<9	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	<5	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico					
Rapporto di espansione	-	ER _m	%	-	-	-
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	-
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO						
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31	-	-	Volumetrico		
	UNI EN 12697-34	-	-	-		
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione		
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA						
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design		
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥5,0 (B _{min,0})		
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88		%	Valore dichiarato		
	UNI EN ISO 14021					
	UNI EN ISO 14025					
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI						
		setaccio		passante		
		31,5		100		

GRAFICO					
	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	20	%	90 - 100	
		16	%	80 - 95	
		12,5	%	70 - 90	
		8	%	55 - 75	
		4	%	35 - 55	
		2	%	28 - 42	
		1	%	20 - 35	
		0,5	%	15 - 28	
		0,063	%	8 - 14	
	CONTENUTO DI VUOTI Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 ($V_{min3} - V_{max6}$)
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI Sensibilità all'acqua Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-12 UNI EN 12697-23	ITSR ITS	% kPa	>90 (ITSR 90) 1.400 - 2.200	
Modulo di rigidezza (a 5°C) Modulo di rigidezza (a 20°C) Modulo di rigidezza (a 40°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm Sm Sm	MPa MPa MPa	≤ 16.000 7.000 - 10.000 ≥ 3.000	
TEMPERATURE Temperatura degli aggregati Temperatura del bitume Temperatura della miscela in produzione Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13 UNI EN 12697-13 UNI EN 12697-13 UNI EN 12697-13	T T T T	°C °C °C °C	CALDO 160-180 160-160 <180 >150	TIEPIDO 130-160 Dichiarato <160 >120

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione $\leq 6\%$)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V_{max}	%	< 8
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V_{max}	%	< 9
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

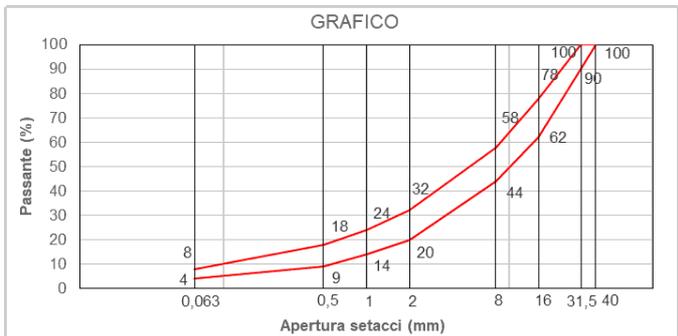
CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
A-c	Base	CB 31,5 base 45/80-70	40	Base a caldo con bitume tal quale	10
A-t	Base	CB 31,5 base 45/80-70	40	Base a tiepido con bitume tal quale	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali) Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)

Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40		
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)		
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})		
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)		
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato		
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)		
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)		
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-		
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})		
AGGREGATI FINI						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato		
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70		
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _F	g/kg	< 10		
FILLER						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.		
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})		
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})		
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato		
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >20%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >20%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >20%	UNI EN 1097-2	LA	%	-		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)				CALDO	TIEPIDO	
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	50/70	70/100	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	46 - 54	43 - 51	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤-8	≤-10	≤-10
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	-	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, Y=10s-1	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	-	-	≤ 0,20
Coessione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	-	-	-
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)						
Variazione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5	≤0,8	≤0,5
Variazione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥50	≥46	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11	≤11	≤10
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)						
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	-	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	-	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso						
Rapporto di espansione	-	ER _m	%	-	-	≥20
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	-	-	≥25
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati		

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
-----------	-------	-------	----	--------

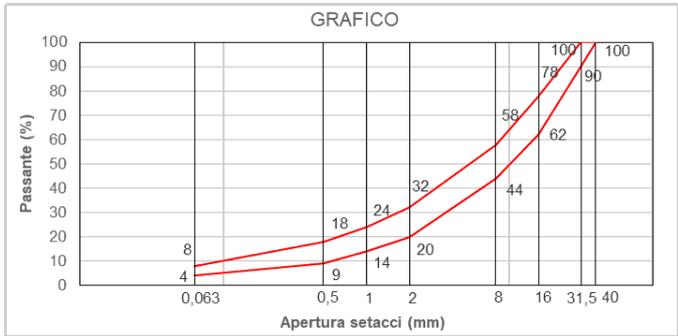
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA					
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)	
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31	-	-	Volumetrico	
Validazione periodica	UNI EN 12697-34	-	-	Marshall	
	-	-	-	Prova di validazione	
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA					
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design	
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39 UNI/PdR 88	B _{min}	%	≥4,0 (B _{min4,0})	
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato	
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI					
	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	setaccio		passante	
		40		100	
		31,5		90 - 100	
		16	%	62 - 78	
		8		44 - 58	
		2		20 - 32	
		1		14 - 24	
		0,5		9 - 18	
0,063		4 - 8			
CONTENUTO DI VUOTI					
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 (V _{min3} - V _{max6})	
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI					
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>90 (ITSR 90)	
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	700 - 1.600	
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤22.000	
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	3.000-10.000	
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥1.000	
TEMPERATURE				CALDO	TIEPIDO
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	150-180	120-150
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	150-160	Dichiarato
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	<180	<160
Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>140	>110

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione ≤ 6%)	UNI EN 12697-8	V _{max}	%	< 8
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 9
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESIGNAZIONE	D _{max}	DESCRIZIONE PRODOTTO	RIF.
A-M-c	Base	CB 31,5 base 50/70 o 70/100	40	Base a caldo con bitume modificato	11
A-M-t	Base	CB 31,5 base 50/70 o 70/100	40	Base a tiepido con bitume modificato	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI						
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE		
AGGREGATI GROSSI (naturali e industriali)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40		
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)		
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})		
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)		
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato		
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)		
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)		
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-		
Componenti che alterano la stabilità di volume (scorie di altoforno)	UNI EN 1744-1	V	%	<3,5 (V _{3,5})		
AGGREGATI FINI						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato		
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70		
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _F	g/kg	< 10		
FILLER						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100		
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.		
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})		
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})		
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato		
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato		
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato		
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato		
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato		
Consistenza del legante - (penetrazione) se RA >20%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato		
Consistenza del legante (rammollimento) se RA >20%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato		
Resistenza alla frammentazione degli aggregati se RA >20%	UNI EN 1097-2	LA	%	-		
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)		
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100		
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000		
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2		
BITUME (requisiti colonna "tiepido" in caso in caso di schiumatura)						
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)		
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	45/80	-	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	≥70	-	-
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤ -15	-	-
Ritorno elastico (a 25°C)	UNI EN 13398	R _E	%	>75	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C, γ=10s ⁻¹	UNI EN 13702-2	η	Pa*s	≥0,40	-	-
Coesione per resistenza a trazione tramite duttilometro a 10°C	UNI EN 13589 e EN 13703	E	J/cm ²	≥3,0	-	-

Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)	UNI EN 12607-1					
Variatione in massa ($M_2/M_1 \cdot 100$)	UNI EN 12607-1	M	%	$\leq 0,5$	-	-
Variatione della penetrazione residua ($P_2/P_1 \cdot 100$)	UNI EN 1426	P	%	≥ 60	-	-
Incremento del punto di rammollimento (T_2-T_1)	UNI EN 1427	T	°C	≤ 5	-	-
Stabilità allo stoccaggio bitume mod. (Metodo TUBEN TEST)	UNI EN 13399					
Differenza della penetrazione con ago a 25°C	UNI EN 1426	P	0,1mm	< 9	-	-
Differenza del punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	< 5	-	-
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico					
Rapporto di espansione	-	ERm	%	-	-	-
Tempo di semi-trasformazione	-	$t_{1/2}$	s	-	-	-
ADDITIVI						
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-		Valori dichiarati	

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO								
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE				
QUALIFICAZIONE DELLA MISCELA								
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-1	CE	-	Marcatura CE (2+)				
Studio di miscela (Mix design) (uno dei due procedimenti)	UNI EN 12697-31	-	-	Volumetrico				
	UNI EN 12697-34	-	-	Marshall				
Validazione periodica	-	-	-	Prova di validazione				
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA								
Tipo e quantità dei materiali costituenti	UNI EN 13108-20	-	-	In mix design				
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B_{min}	%	$\geq 4,0$ ($B_{min4,0}$)				
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88		%	Valore dichiarato				
	UNI EN ISO 14021 o UNI EN ISO 14025							
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI								
<p style="text-align: center;">GRAFICO</p> 	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2		%	Valore dichiarato				
						setaccio	passante	
						40	100	
						31,5	90 - 100	
						16	62 - 78	
						8	44 - 58	
						2	20 - 32	
						1	14 - 24	
0,5	9 - 18							
0,063	4 - 8							
CONTENUTO DI VUOTI								
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	3 - 6 ($V_{min3} - V_{max6}$)				
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI								
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	> 90 (ITSR 90)				
Resistenza a trazione indiretta (a 20°C)	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	950 - 1.700				
Modulo di rigidezza (a 5°C)	UNI EN 12697-26 (Annex C)	Sm	MPa	≤ 20.000				
Modulo di rigidezza (a 20°C)		Sm	MPa	4.000-9.000				
Modulo di rigidezza (a 40°C)		Sm	MPa	≥ 2.000				
TEMPERATURE								
Temperatura degli aggregati	UNI EN 12697-13	T	°C	CALDO 160-180	TIEPIDO 130-160			
Temperatura del bitume	UNI EN 12697-13	T	°C	160-160	Dichiarato			
Temperatura della miscela in produzione	UNI EN 12697-13	T	°C	< 180	< 160			

Temperatura della miscela in fase di posa in opera (dietro vibrofinitrice)	UNI EN 12697-13	T	°C	>150	>120
--	-----------------	---	----	------	------

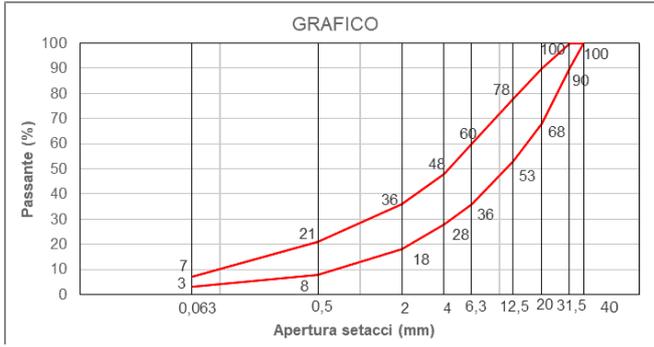
CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione \leq 6%)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5	V _{max}	%	< 8
Vuoti residui (pendenza della pavimentazione > 6%)	UNI EN 12697-6	V _{max}	%	< 9
Regolarità della superficie (regolo da 4.000mm)	UNI EN 13036-7	-	mm	< 5
Resistenza allo slittamento (metodo del pendolo)	UNI EN 13036-4	PTV	-	-
Profondità della macrotestitura (tecnica volumetrica ad impronta)	UNI EN 13036-1	MTD	mm	-
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	STRATO	DESCRIZIONE PRODOTTO	D _{max}	LEGANTE	RIF.
CB-R	Base o sottobase	Conglomerato bituminoso riciclato a freddo	40	Emulsione da bitume modificato o Bitume espanso	12

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2
AGGREGATI DI INTEGRAZIONE				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	40
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	\leq 30 (LA ₃₀)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	\geq 70 (C _{50/10})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 30 (FI ₃₀)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 35 (SI ₃₀)
EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13808	CE	-	Marcatura CE (2+)
Polarità	UNI EN 1430	-	-	Positiva
Grado di acidità	UNI EN 12850	pH	-	da 2 a 4
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV	-	> 170 (Classe 5)
Contenuto di legante	UNI EN 1428	W	%	da 58 a 62 (Classe 6)
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	r	%	\geq 58 (Classe 6)
Stabilità con cemento	UNI EN 12848	Sc	g	\leq 2 (Classe 2)

Tempo di efflusso (2mm a 40°C)	UNI EN 12846	t	s	da 40 a 130 (Classe 4)
Residuo al setaccio (0,5mm)	UNI EN 1429	R0,50	%	≤0,2 (Classe 3)
Coesione per resistenza a trazione tramite dutilometro a 10°C (nel caso di bitume modificato)	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm2	≥ 2 (Classe 6)
Coesione per resistenza a trazione tramite dutilometro a 5°C (nel caso di emulsione modificata con lattice)	UNI EN 13589 UNI EN 13703	E	J/cm2	≥ 2 (Classe 3)
Tendenza alla sedimentazione (dopo 7 giorni)	UNI EN 12847	ST	%	≤10 (Classe 3)
Caratteristiche del legante recuperato per evaporazione	UNI EN 13074-1			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	x	0,1 mm	≤100 (Classe 3)
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	x	°C	≥55 (Classe 3)
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	RE	%	≥50 (Classe 5)
BITUME (in caso di impiego tecnologia di espansione del bitume)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤10
Viscosità dinamica a 160 °C, Y=10s-1	UNI EN 13702-2 UNI EN 12607-1	η	Pa*s	≤ 0,20
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)				
Variatione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,5
Variatione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤10
Parametri di schiumatura del bitume espanso	Procedimento empirico			
Rapporto di espansione	-	ERm	%	≥20
Tempo di semi-trasformazione	-	t _{1/2}	s	≥25
ADDITIVI				
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Tipo e quantità dei materiali costituenti	-	-	-	In mix design
Contenuto di bitume aggiunto alla miscela (riferito alla miscela) (differenza tra il bitume estratto dalla miscela dedotto dal bitume contenuto nel granulato di conglomerato bituminoso impiegato)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥3,0 (B _{min3,0})
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88 UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI				
 <p>GRAFICO</p> <p>Passante (%)</p> <p>Apertura setacci (mm)</p>	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	setaccio	passante	
		40	100 - 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			
CONTENUTO DI VUOTI				
Contenuto di vuoti della miscela compattata in laboratorio (compattazione con pressa giratoria a 100 rotazioni secondo EN 12697-31) (compattazione a impatto con 75 colpi / faccia secondo EN 12697-31)	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12607-6	V	%	Valore dichiarato
REQUISITI MECCANICI E PRESTAZIONALI				
Massa volumica della miscela	UNI EN 12697-6	ρ	kg/m ³	Valore dichiarato

Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	> 300
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	Sm	MPa	> 3 000
Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	Rc	MPa	da 2,5 a 4,5

CARATTERISTICHE DELLO STRATO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	-	%	> 95
Grado di compattazione (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	-	%	> 98
Spessore della pavimentazione	UNI EN 12697-29 UNI EN 12697-36	s	mm	Conforme a progetto

CODICE	DESCRIZIONE PRODOTTO	D _{max}	IMPIEGO	RIF.
CB-P-BP	Conglomerato bituminoso plastico a basse prestazioni	8	Conglomerato bituminoso a basse prestazioni impiegato esclusivamente in aree pedonali per ripristini localizzati e riempimento di buche	13

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	8
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 30 (LA ₃₀)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70 (C _{50/10})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 20 (FI ₂₀)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 25 (SI ₂₅)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	-
AGGREGATI FINI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MBf	g/kg	< 10
AGGREGATO FILLER				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato

Dimensione massima degli aggregati (post estrazione del legante)	UNI EN 933-1	Dmax	mm	8
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Consistenza del legante (penetrazione) per RA >10%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato
Consistenza del legante (rammollimento) per RA >10%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione aggregati (post estrazione) per RA >10%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F1)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2
BITUME				
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤-10
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)	UNI EN 12607-1			
Variatione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,8
Variatione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11
GRANULATO DI GUAINA BITUMINOSE				
Contenuto di bitume	UNI EN 12697-1	B	%	da 40 a 70
Contenuto di filler minerale	UNI EN 12697-1	-	%	valore dichiarato
Consistenza del bitume estratto - Penetrazione con ago - (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	da 10 a 50
Consistenza del bitume estratto - Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	> 70
Contenuto di umidità della fibra	Procedura interna	W	%	valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 1097-5	-	%	< 5%
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i.(All.3)	-	%	DM 05/02/98
ADDITIVI				
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39 UNI/PdR 88	B _{min}	%	≥4,0 (B _{min4,0})
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI				
Scostamento massimo della distribuzione granulometrica rispetto alla composizione dichiarata dal produttore	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	setaccio		passante
		1,4 D		0
		D		± 5,0
		6,3	%	± 5,0
		4		± 5,0
		2		± 3,5
1		± 3,5		
0,063		± 1,5		
REQUISITI MECCANICI E VOLUMETRICI				
Massa volumica(massima)	UNI EN 12697-6	∑	Mg/m ³	Valore dichiarato
Massa volumica (in mucchio)	UNI EN 12697-6	∑	Mg/m ³	Valore dichiarato

Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	S	kN	-
Stabilità Marshall (dopo 24 ore a 60°C)	UNI EN 12697-34	S	kN	-
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	S/F	kN/mm	-
Contenuto di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6 (metodo C)	V	%	-
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	-
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	-
REQUISITI DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE				
Prova di eluizione (test di cessione) (dopo 28 giorni di immersione in acqua)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 05/02/98
REQUISITI DI LAVORABILITA' E DURABILITA'				
Mantenimento dei requisiti MECCANICI E VOLUMETRICI	Vedi sopra	-	-	Fino a mesi 3

REQUISITI DI IMBALLAGGIO E CONSEGNA

REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Massa dei contenitori (sacchi o secchielli)	-	-	kg	da 20 a 25
Residuo secco depositato su contenitore a svuotamento completato (rispetto alla massa del contenitore)	-	-	%	< 2
Identificazione del prodotto (codice, descrizione, produttore/distributore, lotto di produzione, data confezionamento)	-	-	-	Etichettatura indelebile su contenitore
Documentazione tecnica del prodotto (deposito, utilizzo)	-	-	-	Fascicolo tecnico

CODICE	DESCRIZIONE PRODOTTO	D _{max}	IMPIEGO	RIF.
--------	----------------------	------------------	---------	------

CB-P-AP	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni	12,5	Conglomerato bituminoso ad alte prestazioni impiegato per riempimento di buche ed esecuzione di ripristini localizzati in aree soggette a traffico veicolare	14
----------------	--	------	--	-----------

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	12,5
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 24 (LA ₂₅)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100 (C _{100/0})
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15 (FI ₁₅)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 20 (SI ₂₀)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	> 40 (PSV ₄₀)
AGGREGATI FINI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Contenuto dei fini	UNI EN 933-1	f	%	Valore dichiarato
Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%)	UNI EN 933-8	ES	%	> 70
Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-9 (App. A)	MB _f	g/kg	< 10
AGGREGATO FILLER				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Dimensione massima degli aggregati (post estrazione del legante)	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	12,5
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Consistenza del legante (penetrazione) per RA >10%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato
Consistenza del legante (rammollimento) per RA >10%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione aggregati (post estrazione) per RA >10%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F ₁)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2
BITUME				
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤-10
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)				
	UNI EN 12607-1			
Variazione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,8
Variazione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11
GRANULATO DI GUAINA BITUMINOSE				
Contenuto di bitume	UNI EN 12697-1	B	%	da 40 a 70
Contenuto di filler minerale	UNI EN 12697-1	-	%	valore dichiarato
Consistenza del bitume estratto - Penetrazione con ago - (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	da 10 a 50
Consistenza del bitume estratto - Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	> 70
Contenuto di umidità della fibra	Procedura interna	W	%	valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 1097-5	-	%	< 5%

Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i.(All.3)	-	%	DM 05/02/98
ADDITIVI				
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥5,0 (B _{min5,0})
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88 UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI				
Scostamento massimo della distribuzione granulometrica rispetto alla composizione dichiarata dal produttore	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	setaccio	%	passante
		1,4 D		0
		D		± 5,0
		6,3		± 5,0
		4		± 5,0
		2		± 3,5
		1		± 3,5
	0,063	± 1,5		
REQUISITI MECCANICI E VOLUMETRICI				
Massa volumica(massima)	UNI EN 12697-6	χ	Mg/m ³	Valore dichiarato
Massa volumica (in mucchio)	UNI EN 12697-6	χ	Mg/m ³	Valore dichiarato
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	S	kN	>2,5 S _{min2,5}
Stabilità Marshall (dopo 24 ore a 60°C)	UNI EN 12697-34	S	kN	-
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	S/F	kN/mm	>1,0
Contenuto di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6 (metodo C)	V	%	< 15 V _{max15}
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	> 50
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	> 90
REQUISITI DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE				
Prova di eluizione (test di cessione) (dopo 28 giorni di immersione in acqua)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 05/02/98
REQUISITI DI LAVORABILITA' E DURABILITA'				
Mantenimento dei requisiti MECCANICI E VOLUMETRICI	Vedi sopra	-	-	Fino a mesi 12

REQUISITI DI IMBALLAGGIO E CONSEGNA				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Massa dei contenitori (sacchi o secchielli)	-	-	kg	da 20 a 25
Residuo secco depositato su contenitore a svuotamento completato (rispetto alla massa del contenitore)	-	-	%	< 2

Identificazione del prodotto (codice, descrizione, produttore/distributore, lotto di produzione, data confezionamento)	-	-	-	Etichettatura indelebile su contenitore
Documentazione tecnica del prodotto (deposito, utilizzo)	-	-	-	Fascicolo tecnico

CODICE	DESCRIZIONE PRODOTTO	D _{max}	IMPIEGO	RIF.
CB-P-ID	Conglomerato bituminoso plastico ad alte prestazioni idroreattivo	12,5	Conglomerato bituminoso ad alte prestazioni e reattivo in presenza di acqua impiegato per l'esecuzione di ripristini localizzati e riempimento di buche in aree soggette a traffico veicolare	15

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
AGGREGATI GROSSI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3	-	-	Riolite - porfido
Diametro massimo	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	12,5
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA	%	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 22 (LA ₂₅)
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100 (C ₁₀₀₀)
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	< 1 (F ₁)
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	Valore dichiarato
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15 (FI ₁₅)
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI	%	< 20 (SI ₂₀)
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	VL	-	> 45 (PSV ₄₅)
AGGREGATI FINI				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)

Contenuto dei fini Equivalente in sabbia (nel caso in cui f >3%) Blu di metilene (nel caso in cui f >3% e ES <70)	UNI EN 933-1 UNI EN 933-8 UNI EN 933-9 (App. A)	f ES MB _f	% % g/kg	Valore dichiarato > 70 < 10
AGGREGATO FILLER				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13043	CE	-	Marcatura CE (2+)
Granulometria (Passante al setaccio 2mm)	UNI EN 933-10	-	%	100
Granulometria (Passante al setaccio 0,125mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100
Granulometria (Passante al setaccio 0,063mm)	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	I.P.	-	N.P.
Porosità del filler compattato secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	V	-	da 28 a 45 (V _{28/45})
Rammollimento miscela filler – bitume	UNI EN 13179-1	ΔR&B	-	>8 (Δ R&B _{8/16})
GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (RA)				
Idoneità all'impiego	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Designazione granulometrica del granulato (U RA d/D)	UNI EN 13108-8	-	-	Valore dichiarato
Classificazione granulometrica del granulato (pre estrazione bit.)	UNI EN 933-1	D	mm	Valore dichiarato
Natura degli aggregati	UNI EN 932-3	-	-	Valore dichiarato
Dimensione massima degli aggregati (post estrazione del legante)	UNI EN 933-1	D _{max}	mm	12,5
Distribuzione granulometrica degli aggregati (post estrazione bit.)	UNI EN 933-1	-	%	Valore dichiarato
Contenuto di legante (rispetto alla miscela)	UNI EN 12697-1	B	%	Valore dichiarato
Consistenza del legante (penetrazione) per RA >10%	UNI EN 1426	P	0,1mm	Valore dichiarato
Consistenza del legante (rammollimento) per RA >10%	UNI EN 1427	T	°C	Valore dichiarato
Resistenza alla frammentazione aggregati (post estrazione) per RA >10%	UNI EN 1097-2	LA	%	<24
Contenuto materie estranee	UNI EN 12697-42	G1-G2	%	< 1% (F _i)
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Rilascio di contaminati (test cessione)	UNI EN 12457-2	-	-	DM 69/18 tab. b2.2
BITUME				
Idoneità all'impiego	UNI EN 12591	CE	-	Marcatura CE (2+)
Penetrazione con ago (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	70/100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	43 - 51
Punto di rottura (metodo Fraass)	UNI EN 12593	T	°C	≤-10
Resistenza all'indurimento del bitume (Metodo RTFOT)				
Variatione in massa (M ₂ /M ₁ *100)	UNI EN 12607-1	M	%	≤0,8
Variatione della penetrazione residua (P ₂ /P ₁ *100)	UNI EN 1426	P	%	≥46
Incremento del punto di rammollimento (T ₂ -T ₁)	UNI EN 1427	T	°C	≤11
GRANULATO DI GUAINA BITUMINOSE				
Contenuto di bitume	UNI EN 12697-1	B	%	da 40 a 70
Contenuto di filler minerale	UNI EN 12697-1	-	%	valore dichiarato
Consistenza del bitume estratto - Penetrazione con ago - (a 25 °C)	UNI EN 1426	P	0,1mm	da 10 a 50
Consistenza del bitume estratto - Punto di rammollimento	UNI EN 1427	T	°C	> 70
Contenuto di umidità della fibra	Procedura interna	W	%	valore dichiarato
Contenuto materie estranee	UNI EN 1097-5	-	%	< 5%
Sommatoria contenuto policiclici aromatici	DM 69/18	IPA	mg/kg	< 100
Contenuto di amianto	DM 69/18	-	mg/kg	< 1.000
Prova di eluizione (test di cessione)	DM 05/02/98 e s.m.i.(All.3)	-	%	DM 05/02/98
ADDITIVI				
Idoneità all'impiego	UNI 11837	-	-	Valori dichiarati

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
COMPOSIZIONE DELLA MISCELA				
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 o UNI EN 12697-39	B _{min}	%	≥6,0 (B _{min6,0})
Contenuto del materiale di riciclo, di recupero o sottoprodotti (uno dei tre procedimenti)	UNI/PdR 88 UNI EN ISO 14021 UNI EN ISO 14025		%	Valore dichiarato
DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA DELLA MISCELA DI AGGREGATI				
		setaccio		passante
		1,4 D		0

Scostamento massimo della distribuzione granulometrica rispetto alla composizione dichiarata dal produttore	UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2	D	%	± 5,0
		6,3		± 5,0
		4		± 5,0
		2		± 3,5
		1		± 3,5
		0,063		± 1,5
REQUISITI MECCANICI E VOLUMETRICI				
Massa volumica(massima)	UNI EN 12697-6	χ	Mg/m ³	Valore dichiarato
Massa volumica (in mucchio)	UNI EN 12697-6	χ	Mg/m ³	Valore dichiarato
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	S	kN	>10,0 S _{min5}
Stabilità Marshall (dopo 24 ore a 60°C)	UNI EN 12697-34	S	kN	>3,0 S _{min3}
Quoziente Marshall	UNI EN 12697-34	S/F	kN/mm	>3,0
Contenuto di vuoti residui	UNI EN 12697-8 UNI EN 12697-5 UNI EN 12697-6 (metodo C)	V	%	< 10 V _{max10}
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	ITS	kPa	> 250
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	> 95
REQUISITI DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE				
Prova di eluizione (test di cessione) (dopo 28 giorni di immersione in acqua)	DM 05/02/98 e s.m.i. (All.3)	-	%	Conforme a DM 05/02/98
REQUISITI DI LAVORABILITA' E DURABILITA'				
Mantenimento dei requisiti MECCANICI E VOLUMETRICI	Vedi sopra	-	-	Fino a mesi 12

REQUISITI DI IMBALLAGGIO E CONSEGNA				
REQUISITO	NORMA	SIMB.	UM	VALORE
Massa dei contenitori (sacchi o secchielli)	-	-	kg	da 20 a 25
Residuo secco depositato su contenitore a svuotamento completato (rispetto alla massa del contenitore)	-	-	%	< 2
Identificazione del prodotto (codice, descrizione, produttore/distributore, lotto di produzione, data confezionamento)	-	-	-	Etichettatura indelebile su contenitore
Documentazione tecnica del prodotto (deposito, utilizzo)	-	-	-	Fascicolo tecnico

