

Articolo 13

CONGLOMERATO BITUMINOSO CON BITUME MODIFICATO PER RISAGOMATURE

Il conglomerato bituminoso per risagomature è una miscela a granulometria più piccola, dosata a peso o a volume, costituita da aggregati lapidei naturali, conglomerato di recupero (fresato), bitume modificato con polimeri e additivi. Questo tipo di conglomerato bituminoso deve essere esclusivamente impiegato in corrispondenza di fenomeni deformativi (ondulazioni, avvallamenti, buche, ecc.) della pavimentazione stradale particolarmente evidenti, prima della realizzazione del nuovo tappeto di usura.

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

A) MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

1) Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati devono essere qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13043.

Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009.

La designazione dell'aggregato grosso deve essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

Tabella A.1

AGGREGATO GROSSO					
<i>Requisito</i>	<i>Norma</i>	<i>Simbolo</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria</i>
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA ₃₀
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 80	C ₈₀₀
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	12	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f ₁
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F ₁
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤30	FI ₃₀
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	≤1,5	WA ₂₄ 2

La designazione dell'aggregato fine deve essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima di 4 mm ($D_{max}=4$ mm).

L'aggregato fine può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

Tabella A.2

AGGREGATO FINE					
<i>Requisito</i>	<i>Norma</i>	<i>Simbolo</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥70	-
Quantità di frantumato			%	≥50	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤2	f ₂

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, deve essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

Tabella A.3

FILLER					
<i>Requisito</i>	<i>Norma</i>	<i>Simbolo</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria</i>
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP		N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	v	%	30-45	V _{38/45}
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/bitume (Rapporto filler/bitume = 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	≥ 5	$\Delta_{R\&B}/16$

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

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

Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione, la Direzione Lavori richiederà la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ovvero presso il Laboratorio Prove materiali della Provincia Autonoma di Bolzano.

2) Conglomerato di recupero

Per conglomerato di recupero (riciclato) deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita a freddo con apposite macchine.

Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al D_{max} previsto per la miscela.

Nei conglomerati bituminosi per le risagomature la percentuale in peso di materiale riciclato riferita al totale della miscela degli aggregati, deve essere al massimo del 20%

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

3) Legante

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. Il bitume modificato è un bitume semisolido contenente polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.

Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.

Tabella A.4

BITUME MODIFICATO PmB 45-80/70					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Classe
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	-	0,1mm	50-70	4
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	≥ 70	4
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	-	°C	≤ - 15	7
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-1	-	Pa·s	> 4·10 ⁻¹	
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R _E	%	≥ 75	2
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 13399	-	°C	< 3	2
Valori dopo RTFOT					
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	-	%	≥ 65	7
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	-	°C	≤ 5	8

Il possesso dei requisiti elencati nella tabella A4 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume modificato. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

4) Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di raggiungere le prestazioni richieste al conglomerato bituminoso. Possono essere impiegati per scopi diversi quali la **riduzione della sensibilità all'acqua**, il miglioramento della lavorabilità in condizioni di stesa difficili, la rigenerazione del bitume invecchiato contenuto nel fresato, il rinforzo strutturale.

Al fine di ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o filler speciali) che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il loro dosaggio, che può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, deve essere stabilito in modo da garantire la resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela (Tabelle A.6 e A.7) e deve essere obbligatoriamente indicato nello studio della miscela,

L'**impiego del conglomerato di recupero** (fresato), pur nei limiti previsti al precedente punto A2, può provocare un indurimento del mastice e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso, causata dallo scioglimento del bitume vecchio, che in parte più o meno rilevante viene inglobata nel nuovo mastice filler – bitume.

Allo scopo di riequilibrare la viscosità del mastice devono essere impiegati additivi che possono avere natura e caratteristiche diverse. Poiché il tipo di additivo e le modalità di impiego incidono sulla riattivazione del bitume contenuto nel conglomerato di recupero, il dosaggio deve essere valutato in laboratorio valutando le caratteristiche meccaniche (Resistenza a Trazione Indiretta e Modulo di Rigidezza) e le caratteristiche volumetriche della miscela. I criteri di scelta dell'additivo, la scheda tecnica del prodotto, l'incidenza del dosaggio sulle caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso devono essere obbligatoriamente contenuti nello studio della miscela.

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

Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.

5) Miscela

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (*target composition*) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato in Tabella A.5.

La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Tabella A.5

CONGLOMERATO PER RISAGOMATURE COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
Serie ISO	mm	% di passante
Setaccio	10.0	100
Setaccio	8.0	75 – 100
Setaccio	4	44 – 62
Setaccio	2	26 – 40
Setaccio	0.5	14 – 22
	0.25	10 – 16
Setaccio	0.063	6 - 10
Contenuto di legante (%)		4.8 – 6.2

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si può utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica, la miscela per lo strato di usura deve possedere i requisiti riportati in Tabella A.6 (metodo Marshall), oppure in Tabella A.7 (metodo volumetrico).

Tabella A.6

METODO MARSHALL					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>					
Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	S _{min}	kN	10	S _{min10}
Rigidità Marshall		Q _{min}	kN/mm	3 – 4,5	Q _{min3}
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	V _{min3,0} – V _{max6}
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR ₉₀
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,8 – 1,5	
Coefficiente di trazione indiretta ² a 25 °C		CTI	MPa	≥ 80	

(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D_M

Tabella A.7

METODO VOLUMETRICO					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Condizioni di prova					
Angolo di rotazione				1.25° ± 0.02	
Velocità di rotazione			Rotazioni/min	30	
Pressione verticale			kPa	600	
Diametro del provino			mm	100	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	9 – 14	V10G _{min9}
Vuoti a 100 rotazioni (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	V _{min3,0} – V _{max6}
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	≥ 2	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR ₉₀
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,8 – 1,5	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)		CTI	MPa	≥ 80	

(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D_G

(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

² Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

B) ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ovvero presso il Laboratorio Prove Materiali della Provincia Autonoma di Bolzano.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108, parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito.

C) CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti per la miscela sia eseguito a peso mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che degli additivi.

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

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.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 160°C e 170°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

D) PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione delle risagomature è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

La mano d'attacco deve essere realizzata con emulsione di bitume modificato con polimeri, spruzzata con apposita spanditrice automatica oppure con bitume modificato con polimeri steso a caldo, nella stessa quantità di bitume residuo dell'emulsione per unità di superficie. Le caratteristiche del materiale da

impiegare sono riportate in Tabella D1. Il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,50 kg/m².

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Tabella D.1

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI – C 69 BP 3					
<i>Requisito</i>	<i>Norma</i>	<i>Simbolo</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe</i>
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	30+/-1	9
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	67 – 71	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	o	%	0	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV		70 – 155	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	50-70	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	> 65	2
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	-	°C	< -15	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R _E	%	≥ 75	4

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa di bitume modificato con polimeri o del bitume modificato per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ovvero presso il Laboratorio Prove Materiali della Provincia Autonoma di Bolzano

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

E) POSA IN OPERA

La posa in opera del conglomerato bituminoso per risagomature con bitume modificato viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

La compattazione del conglomerato per risagomature deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

F) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti e sulla miscela.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove vengono eseguite dal Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano o da altro Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela sfusa vengono determinate la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati.

Il contenuto di legante viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nella **quantità di bitume** viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del conglomerato per risagomature pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella Tabella A.6 (ultima riga)