

## Articolo 11

# TAPPETO DI USURA TIPO ASPHALT RUBBER GAP GRADED METODOLOGIA WET

Il conglomerato bituminoso tipo asphalt rubber è una miscela costituita da aggregati lapidei di primo impiego e da bitume modificato con polverino di gomma riciclata mediante metodologia wet.

Il conglomerato bituminoso tipo “gap graded” (AR) è un conglomerato semi-chiuso che consente di ottenere buone prestazioni in termini di durabilità, prestazioni meccaniche e sicurezza stradale, grazie alle particolari caratteristiche granulometriche ed alla elevata qualità dei materiali costituenti.

Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-5.

### A) MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

#### 1) Aggregati

Gli aggregati naturali 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.

<b>Tabella A.1</b>					
<b>AGGREGATO GROSSO</b>					
<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	%	≤20	LA <sub>20</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C <sub>1000</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	16	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤20	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d’acqua	UNI EN 1097-6	WA <sub>24</sub>	%	≤1,5	WA <sub>24</sub> 2
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV	%	≥44	PSV <sub>44</sub>

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. Qualora l’aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità  $PSV \leq 44$  il trattenuto al setaccio 2 mm non deve essere maggiore del 20%.

<b>Tabella A.2</b>					
<b>AGGREGATO FINE</b>					
<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			%	≥60	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤5	f <sub>2</sub>

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria 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.

<b>Tabella A.3</b>					
<b>FILLER</b>					
<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 <sub>38/45</sub>
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/bitume (rapporto filler/bitume = 1,5)	UNI EN 13179-1	Δ <sub>R&amp;B</sub>	%	≥5	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

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 può richiedere 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 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13108, parti 20 e 21.

**2) Legante**

Il legante impiegato per il confezionamento di miscele tipo asphalt rubber consiste in un bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatico, incorporata nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento ≥ 50°C.

Il polverino di gomma deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

1. gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
2. assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;
3. dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di 1,15±0,05 g/cm<sup>3</sup>;
4. quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
5. contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma riciclata deve rispettare i requisiti indicati in Tabella A.4.

<b>Tabella A.4</b>		
<b>GRANULOMETRIA POLVERINO DI GOMMA</b>		
<b>Serie ISO 525</b>	<b>mm</b>	<b>% di passante</b>
Setaccio	1,180	100
Setaccio	0,850	95-100
Setaccio	0,600	85-100
Setaccio	0,425	45-70
Setaccio	0,250	5-25
Setaccio	0,075	0-5

Le proprietà richieste per il legante AR ed i relativi metodi di prova sono riportati in **Tabella A.5**. La verifica delle prestazioni del legante AR deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione. Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

<b>Tabella A.5</b>			
<b>BITUME MODIFICATO CON POLVERINO DI GOMMA</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	0,1mm	25-75
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 54
Resilienza	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	Pa·s	1,5 – 5,0
<b>Valori dopo RTFOT</b>	UNI EN12607-1		
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 12

**3) Miscela**

La miscela degli aggregati da adottarsi per il tappeto di usura tipo asphalt rubber “gap graded” deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.6. La percentuale di legante, riferita al peso della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.6.

<b>Tabella A.6</b>		
<b>ASPHALT RUBBER “gap graded” AR 16</b>		
<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA</b>		
Serie ISO	mm	% di passante
Setaccio	16	100
Setaccio	12	83 - 97
Setaccio	10	67 - 81
Setaccio	8	53 - 67
Setaccio	4	24 - 36
Setaccio	2	12 - 24
Setaccio	0.5	6 - 14
Setaccio	0.063	0 - 3
Contenuto di legante (%)		7,5 - 8,5

Il fuso suggerito deve essere impiegato adottando spessori di progetto minimi pari a 30 mm. Sono ammessi spessori minimi di 20 mm solo nel caso in cui il passante allo setaccio da 12 mm sia pari al 100%. La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante uno studio della miscela tipo AR “gap graded” eseguito esclusivamente con metodo Marshall (UNI EN 12697-34). Nella composizione tipica la miscela deve possedere i requisiti riportati in Tabella A.7.

<b>Tabella A.6</b>					
<b>METODO MARSHALL</b>					
<i>Requisito</i>	<i>Norma</i>	<i>Simbolo</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Categoria</i>
<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>					
Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	S <sub>min</sub>	kN	10	S <sub>min10</sub>
Rigidezza Marshall		Q <sub>min</sub>	kN/mm	1,5 – 3,0	Q <sub>min1,5</sub>
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	5 – 8	V <sub>min5,0</sub> – V <sub>max8</sub>
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,8 – 1,4	
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C		CTI	MPa	≥ 80	

(\*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D<sub>M</sub>

<sup>2</sup> Coefficiente di 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.

Nella curva granulometrica saranno ammesse le seguenti variazioni:

- trattenuto ai singoli setacci di aggregato grosso: variazione ammessa  $\pm 3$  punti percentuali;
- trattenuto ai singoli setacci di aggregato fine: variazione ammessa  $\pm 2$  punti percentuali;
- passante allo staccio 0,063 mm: variazione ammessa  $\pm 1,5$  punti percentuali.

Per la percentuale di legante è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del legante di ancoraggio derivante dall'applicazione di eventuali mani d'attacco.

## C) CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

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

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli aggregati, 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 della 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 legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del legante.

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.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante tra 160°C e 190°. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le

---

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

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

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

#### D) PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione del manto con conglomerato bituminoso AR "gap graded", per qualsiasi tipo di applicazione (su superfici fresate o di nuova costruzione), si deve provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale e preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio dello strato sottostante mediante l'applicazione di una mano d'attacco.

La mano d'attacco deve essere eseguita con la spruzzatura di una emulsione di bitume modificato a rottura rapida effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in modo tale che il bitume residuo risulti pari a  $0,75 \pm 0,1 \text{ kg/m}^2$ , oppure con bitume modificato steso a caldo nella stessa quantità per unità di superficie. L'emulsione per mano d'attacco deve rispondere alle caratteristiche riportate nella Tabella D.1, il bitume modificato a quelle riportate in Tabella D.2.

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**

<b>EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI – C 69 BP 3</b>					
<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 <sub>E</sub>	%	≥ 75	4

**Tabella D.2**

<b>BITUME MODIFICATO PmB 45-80/70</b>					
<i>Requisito</i>	<i>Norma</i>	<i>Simbolo</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe</i>
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, $\gamma=10\text{s}^{-1}$	UNI EN 13702-1	-	Pa·s	> $4 \cdot 10^{-1}$	
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R <sub>E</sub>	%	≥ 75	2
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	UNI EN 13399	-	°C	< 3	2
<b>Valori dopo RTFOT</b>					
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	-	%	≥ 65	7
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	-	°C	≤ 8	8

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa 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.

## E) POSA IN OPERA

La posa in opera del conglomerato bituminoso Asphalt Rubber tipo wet “*gap graded*” viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie. Per evitare un raffreddamento troppo rapido del conglomerato bituminoso va interdetta la stesa sia in caso di precipitazioni che a temperatura ambiente inferiore a 13°C. Per lo stesso motivo, se le vibrofinitrici devono essere fermate per più di 15 minuti o se esiste un intervallo di 15 minuti tra la fine dello scarico di un autocarro e l'inizio dello scarico del successivo, le vibrofinitrici devono essere allontanate dal manto per permettere la compattazione dell'area. Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e, successivamente, lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuocatore a raggi infrarossi montato sulla finitrice.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare 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 150 °C.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche di tipo e peso adeguati per assicurare la percentuale di vuoti richiesta, nonché la rifinitura dei giunti e delle riprese. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa AR tipo wet “*gap graded*” verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

## F) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso AR tipo wet “*gap graded*” e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1.

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 saranno 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 legante bituminoso, la granulometria degli aggregati e viene effettuata la prova Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-

34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento  $D_M$  (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697-12) e la resistenza alla trazione indiretta ITS (UNI EN 12697-23).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di legante bituminoso, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati di natura non carbonatica nella frazione grossa (UNI EN 932-3), la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante il Leutner Shear Test (SN 670461).

Lo **spessore** dello strato viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dell'AR tipo wet "gap graded" pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = 100 \cdot \frac{\left[ S_{progetto} - S_{misurata} \times \left( \frac{\gamma_{carota}}{0,98 \times \gamma_{miscela}} \right) \right]}{S_{progetto}}$$

$\gamma_{miscela}$  è quello riportato nello studio della miscela ( $D_M$  della tabella A.6 ovvero  $D_G$  della tabella A.7); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$

si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il contenuto di legante viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nella **quantità di legante** riscontrata viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dell'AR tipo wet "gap graded" pari a:

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

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di legante (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.5 (ultima riga)

Per l'eventuale presenza di **aggregati grossi** di natura carbonatica o di altri inerti con resistenza alla frammentazione  $LA > 20$  ed alla levigabilità  $PSV < 44$  viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 ncb^2$$

dove  $nc$  è la percentuale in peso degli aggregati di natura carbonatica o di altri aggregati con resistenza alla frammentazione  $LA > 20$  ed alla levigabilità  $PSV < 44$  trattenuti al setaccio ISO 4.0 mm, rispetto al peso totale degli aggregati anche quelli passanti al setaccio ISO 4.0 mm compreso il filler.

Per gli aggregati grossi di natura non carbonatica aventi ulteriori caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La **sensibilità all'acqua** viene determinata sulla miscela sfusa in conformità alla Norma UNI EN 12697-12. Per valori della resistenza a Trazione Indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 85% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dell'AR tipo wet "gap graded" pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 sa + (0,1 sa)^2$$

dove  $sa$  è la differenza tra 85 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

I vuoti residui vengono determinati sulle carote secondo la UNI EN 12697-8. Per valori dei **vuoti** superiori al 10% viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 10%.

Valori dei vuoti superiori al 15% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

L'ancoraggio del tappeto di usura AR tipo wet "gap graded" allo strato sottostante, viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretta eseguita con l'apparato Leutner (SN 670461).

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 15 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = t + 0,2 t^2$$

dove  $t$  è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 15 kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Nei casi in cui all'interfaccia sia stato inserito un elemento di rinforzo (rete, geomembrana, ecc.) il valore minimo di resistenza al taglio accettabile senza detrazione è ridotto a 12 kN.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'**aderenza** (resistenza di attrito radente PTV) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4.

Per valori di PTV (Pendulum Test Value) inferiori a 60 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Valori del PTV (Pendulum Test Value) inferiori a 50 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

**Tabella F.1**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
<b>STRATO</b>	<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI DA CONTROLLARE</b>
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua.
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, granulometria degli aggregati, presenza di aggregati grossi di natura carbonatica, %



				vuoti, prova di taglio Leutner
Asphalt Rubber wet "gap graded"	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia stesa	PTV $\geq$ 60