



## PARTE I

NORME TECNICHE SOVRASTRUTTURE STRADALI

## SOMMARIO



### **CAPITOLO I**

#### **ART.01 GENERALITA'**

- 1.1. TIPI DI LAVORAZIONI
- 1.2. TIPI DI MATERIALI

#### **ART.02 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **CAPITOLO II**

#### **ART.03 PREMESSE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

- 3.1. PRESTAZIONI DI CONTROLLO DA PARTE DELLA STAZIONE APPALTANTE E PRESTAZIONI DI AUTOCONTROLLO DELL'IMPRESA AGGIUDICATARIA – STATI DI AVANZAMENTO LAVORI
- 3.2. CONGLOMERATI BITUMINOSI COSTRUITI CON MATERIALI VERGINI
- 3.3. CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO

#### **ART.04 DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

- 4.1. DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE
- 4.2. DEMOLIZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI DI FONDAZIONE

#### **ART. 05 FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO, CON BITUME SCHIUMATO O NON LEGATE**

- 5.1. FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE
- 5.2. FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO O CALCE, LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO
- 5.3. MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE E/O SOTTOFONDAZIONE
- 5.4. FONDAZIONE O SOTTOBASE CON TECNICA DEL BITUME SCHIUMATO REALIZZATO IN SITO
- 5.5. FONDAZIONE O SOTTOBASE CON TECNICA DEL BITUME SCHIUMATO REALIZZATO IN IMPIANTO
- 5.6. PROVE DI PORTANZA CON PIASTRA DINAMICA TIPO LWD

#### **ART.06 LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI**

- 6.1. LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI
- 6.2. EMULSIONI BITUMINOSE
- 6.3. ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)
- 6.4. ATTIVANTI DI ADESIONE (Dopes, DP)
- 6.5. FIBRE PER IL RINFORZO STRUTTURALE DEL BITUME (FB)
- 6.6. VERIFICA PRESTAZIONALE DEI BITUMI HARD E DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE
- 6.7. TABELLA SINOTTICA DEI MATERIALI LEGANTI E LORO ADDITIVI
- 6.8. NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI

#### **ART.07 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO**

- 7.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BASEBINDER, BINDER, USURA
- 7.2. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA DRENANTE E DRENANTE ALLEGGERITO CON ARGILLA ESPANSA
- 7.3. CONGLOMERATO BITUMINOSO MULTIFUNZIONALE PER STRATI DI USURA
- 7.4. CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "DOPPIO STRATO DRENANTE" AD ALTA CAPACITA' DRENANTE E FONOASSORBENTE
- 7.5. USURA ANTISDRUCCIOLO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)
- 7.6. IMPIEGO DI SPECIALI ADDITIVI ANTIGHIACCIO

#### **ART.8 CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO**

- 8.1. RIGENERAZIONE A CALDO IN SITO DI BINDER E USURA
- 8.2. RIGENERAZIONE A FREDDO IN SITO O TRAMITE IMPIANTO MEDIANTE EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA

#### **ART:09 TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

- 9.1. RISAGOMATURA DELLE DEFORMAZIONI SUPERFICIALI MEDIANTE IMPIEGO DI MICROTAPPETI IN CONGLOMERATO
- 9.2. TRATTAMENTI DI IRRUVIDIMENTO CON SISTEMI MECCANICI
- 9.3. MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY - SEAL" (MACRO-SEAL)

**ART.10 CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI PRESTAZIONALI**

- 10.1. PREMESSE
- 10.2. ADERENZA E TESSITURA
- 10.3. REGOLARITÀ
- 10.4. PORTANZA
- 10.5. VALUTAZIONE DEGLI SPESSORI DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE
- 10.6. APPLICAZIONE DI EVENTUALI PENALI MULTIPLE

**CAPITOLO III – PARTICOLARI LAVORI DI PAVIMENTAZIONI**

**ART.11 DRENAGGI**

- 11.1. DRENAGGI TRADIZIONALI (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE)
- 11.2. DRENAGGI CON FILTRO IN "NON TESSUTO" (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE O EFFETTUATI PRIMA DI STENDERE LE PAVIMENTAZIONI)
- 11.3. DRENAGGI A SCAVO AUTOMATIZZATO E CON RIEMPIMENTO IN CALCESTRUZZO POROSO (PER DRENARE ZONE GIÀ PAVIMENTATE)

**ART.12 SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA**

- 12.1. SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLA PAVIMENTAZIONE ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA
- 12.2. SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLE PAVIMENTAZIONI ESEGUITA CON NASTRO BITUMINOSO PREFORMATO E AUTOADESIVO
- 12.3. SIGILLATURA DELLA LINEA DI CONTATTO TRA CORDOLO E PAVIMENTAZIONE NEI PONTI E VIADOTTI ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA

**ART.13 ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE E GESTIONE DEGLI SCAVI PER SOTTOSERVIZI**

- 13.1. DESCRIZIONE
- 13.2. CASO DEL GIUNTO LONGITUDINALE
- 13.3. CHIUSURA DEGLI SCAVI RISULTANTI DA INTERVENTI PER SOTTOSERVIZI.

**ART.14 RIPARAZIONE SUPERFICI DEGRADATE DI LIMITATA ESTENSIONE**

- 14.1. CASO DEI RAPPEZZI LOCALIZZATI

**ART.15 TRATTAMENTO FUNZIONALE DELLE BUCHE (INTERVENTI PUNTUALI)**

**CAPITOLO IV – INDICAZIONI PROGETTUALI CONNESSE ALLE NORME TECNICHE CSA**

**ART.16 CRITERI GENERALI**

**ART.17 TIPI DI INTERVENTO**

- 17.1. RIPARAZIONI SUPERFICIALI

**ART.18 APPENDICE - SOLUZIONI INDICATE PER I PROGETTI DI MANUTENZIONE E RIPRISTINO ATTRAVERSO RISANAMENTI PROFONDI (RP) O RISANAMENTI SUPERFICIALI (RS)**

- 18.1. CRITERI GENERALI DELLE SOLUZIONI DI INTERVENTO PROPOSTE
- 18.2. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI DI INTERVENTO
- 18.3. LUNGHEZZA ED UBICAZIONE TRASVERSALE DEGLI INTERVENTI NELLA SEZIONE STRADALE
- 18.4. TRAFFICO DI RIFERIMENTO PER LE SCELTE DEGLI INTERVENTI
- 18.5. TRAFFICO E DURATE TEORICHE DI PROGETTO DELLE PAVIMENTAZIONI



## GLOSSARIO

AR = Alto Rendimento  
FWD = Falling Weight Deflectometer  
CAT = Coefficiente di Aderenza Trasversale  
HS = Altezza in sabbia  
IRI = International Roughness Index (Indice di regolarità della strada)  
IS = Indice Strutturale  
DL = Direzione lavori  
NTA = Norme tecniche di appalto  
MO = Manutenzione Ordinaria  
MS = Manutenzione Straordinaria  
NC = Nuovo lavori  
CB = Conglomerati bituminosi  
CBD = Conglomerati bituminosi drenanti  
BM = Bitume base modifica  
TQ = Bitume non modificato  
EA = Emulsioni per mano di attacco  
ER = Emulsioni modificate per riciclaggio  
SF = Modifica media dei bitumi (per tecnologia e per risultati)  
HD = Modifica forte dei bitumi (per tecnologia e per risultati)  
SBS = Stirene Butadiene Stirene  
SBS-L = Stirene Butadiene Stirene a struttura lineare  
SBS-R = Stirene Butadiene Stirene a struttura radiale  
MA = Mano d'attacco  
PSV = Polish Stone Value  
R = Riciclaggio  
ACF = Attivanti chimici funzionali  
DP = Attivanti di adesione  
FB = Fibre  
RSS = Riparazioni Superficiali di Soccorso  
RS = Risanamenti Superficiali  
RP = Risanamenti Profondi  
TS = Trattamenti Superficiali  
NC = Nuove Costruzioni





## CAPITOLO I



### ART.01 GENERALITA'

#### 1.3. TIPI DI LAVORAZIONI

Le presenti Norme Tecniche si riferiscono all'esecuzione di lavori per la sovrastruttura stradale definita nel seguito sinteticamente come pavimentazioni; i lavori da svolgere con i materiali descritti nel seguito potranno essere di tre tipi diversi:

- Lavori per interventi su pavimentazioni esistenti al fine della ordinaria manutenzione delle medesime, definiti MO, Manutenzione Ordinaria.
- Lavori per interventi su pavimentazioni esistenti al fine della loro ricostituzione e/o rafforzamento definiti MS, Manutenzione Straordinaria.
- Lavori per pavimentazioni di nuove costruzioni o adeguamenti di strade esistenti, definiti NC, Nuove Costruzioni.

La natura dei lavori da eseguire sarà definita nell'Appalto a cui sono annesse le presenti Norme Tecniche ed ai suoi elaborati a cui si rimanda per la definizione del dettaglio delle lavorazioni, della loro quantità ed ubicazione; Definiamo qui di seguito i materiali e le lavorazioni secondo i tipi generali ricordando che lavorazioni analoghe potranno essere valutate e pagate con criteri diversi a seconda della tipologia di intervento in cui verranno svolte.

#### Lavorazioni di Manutenzione Ordinaria - MO

I lavori di tipo MO consisteranno esclusivamente in interventi di ripristino delle caratteristiche originali delle pavimentazioni tramite interventi localizzati oppure estesi quanto basta per unire una serie di interventi circoscritti ed eseguiti con le tecniche ed i materiali di cui alle presenti Norme Tecniche. Ciò nell'ambito di un contratto che preveda, esclusivamente o con altri lavori, l'esecuzione di lavorazioni per un periodo predefinito su punti diversi di estese stradali o autostradali, individuate con foto identificate con le progressive chilometriche di inizio e fine di ogni singolo intervento e coordinate geografiche (WGS84).

Le tecnologie da utilizzare e le loro caratteristiche prescrittive sono indicate nei successivi articoli delle presenti Norme Tecniche.

Sinteticamente rientrano in questa tipologia interventi di:

1. Sigillatura di fessure superficiali con prodotti di cui all'Art. 12.1 e 12.2 (nastro autoadesivo o collaggio di bitume modificato).
2. Rappezzi preceduti o meno da riquadratura della zona degradata, stesa di mano d'attacco e di eventuale geogriglia leggera in materiale non metallico (fresabile) di cui all'Art. 14.1. eseguito con conglomerato bituminoso tipo usura di cui all'Art.7.1.7.4, 7.3 e 9.1.
3. Irruvimento meccanico di zone potenzialmente scivolose tramite pallinatura come descritto all'Art 9.2.1.
4. Trattamento superficiale di impermeabilizzazione ed irruvidimento tipo macroseal di cui all'art. 9.3.
5. Trattamento funzionale delle buche (interventi puntuali) mediante l'impiego dei conglomerati a freddo in sacchi o preferibilmente con l'impiego di conglomerati e tecniche idonee di cui all'Art. 15.
6. Fresatura e ricostruzione superficiali per uno spessore non minore di 3 cm, usando come ricostruzione conglomerato di usura di cui all'Art 7.1.7.4, 7.3 e 9.1.
7. Imbottitura comprensiva di tappeto di copertura di spessore medio compattato fino a 5 cm, previa mano di attacco con conglomerato di usura di cui all'Art 7.1.7.4, 7.3 e 9.1

I lavori di tipo 4 6 e 7 saranno eseguiti in sostituzione di lavori localizzati troppo fitti. Le attività di controllo per tali lavorazioni, sono di tipo prescrittivo come specificato all'art. 7.1.8.4

Questi interventi rientrano normale riparazione della strada e vanno sotto il nome di Riparazioni Superficiali di Soccorso(vedi parte IV).



## **Lavorazioni di Manutenzione Straordinaria - MS**

I lavori di tipo MS consisteranno in interventi di miglioramento e rafforzamento delle caratteristiche originali delle pavimentazioni tramite interventi diffusi ed eseguiti con le tecniche ed i materiali basati su prestazioni specifiche o globali come specificato nella parte II, nell'ambito di un contratto che preveda, esclusivamente in MS o insieme con altre lavorazioni di MO, l'esecuzione di quantità elevate, definite nei tipi di materiali, nei loro spessori e nei risultati attesi, da appositi elaborati progettuali e ben ubicate entro un periodo predefinito su punti diversi di estese stradali o autostradali diverse.

Le tecnologie da utilizzare e le loro caratteristiche sono indicate nei successivi articoli delle presenti Norme Tecniche precedute dalla sigla MS Sinteticamente avremo interventi di:

1. Risanamento superficiale
2. Risanamento profondo

I progetti e/o perizie, derivati anche dalle Linee Guida, riportate nella parte IV, individueranno le sequenze dei tipi di miscele da usare, i loro spessori e le prestazioni di portanza, regolarità ed aderenza correlate alla durata di progetto, con le rispettive griglie di accettazione, da rilevare come stabilito nell'Art. 10 sulle pavimentazioni finite.

## **Lavorazioni di Nuove Costruzioni - NC**

Le lavorazioni relative alle Nuove Costruzioni riguarderanno la pavimentazione di nuove tratte stradali ed autostradali oppure le pavimentazioni di adeguamenti di strade esistenti. Queste saranno eseguite con le tecniche ed i materiali basati su prestazioni specifiche o globali come indicato nella parte II. Le lavorazioni dovranno essere realizzate con riferimento agli elaborati progettuali, derivati anche dalle Linee Guida per le NC o da specifici progetti, che individuano, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la stratigrafia delle miscele da usare, i relativi spessori e le prestazioni di portanza, regolarità ed aderenza correlate alla durata di progetto, con le rispettive soglie di accettazione (nella parte IV sono riportate due tipologie di differente portanza e durata, le rispettive curve di controllo sono riportate nell'Art. 10).

Le tecnologie da utilizzare e le loro caratteristiche sono indicate nei successivi articoli delle presenti Norme Tecniche precedute dalla sigla NC.

Nelle voci sulle lavorazioni o le miscele inserite nelle presenti Norme Tecniche potremo avere tipologie contraddistinte da una o più sigle MO, MS, NC, in quanto alcune lavorazioni sono specifiche per la tipologia di intervento.

### **1.4. TIPI DI MATERIALI**

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia nel successivo Art. 2. e nelle richieste prescrittive degli articoli di lavorazioni quando vigenti.

In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali e le loro miscele prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori sia per i lavori prescrizionali che per quelli prestazionali.

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

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita - prestazione delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti di fiducia ed indicati da Astral S.p.A., compreso il Centro Sperimentale Stradale.

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

Le diverse prove ed esami sui campioni o sui prodotti finiti verranno effettuate presso laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti dell'appalto.



## ART.02 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Con riferimento a quanto stabilito nell'articolo 1, i materiali di base da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

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

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle Norme Tecniche, in base a giudizio della Direzione dei Lavori. I conglomerati bituminosi per essere ritenuti **idonei e quindi impiegabili**, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti **obbligatori** richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- Composizione granulometrica (valore %)
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale) (\*)

(\*) Astral richiede la percentuale dei vuoti a tre livelli di rotazione e non solo a 10 giri.

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche)

Qui sotto es. di marchio CE.

10-01-2016



n.organismo notificato

**SOCIETA'**

**08**

n. certificato

**EN 13108-1**

**Conglomerato Bituminoso per strade, piste aeroportuali e altre aree trafficate**

**CB 12,5 USURA BM 50/70**

**Impianto di xxxxxxxx**

**Requisiti generali + Requisiti empirici**

Contenuto di vuoti

– massimo  $V_{max}$  NPD

– minimo  $V_{min}$  NPD

Minimo di vuoti riempiti da bitume  $VFB_{min}$  NPD

Massimo di vuoti riempiti da bitume  $VFB_{max}$  NPD

Vuoti nell'aggregato minerale  $VMA_{min}$  NPD

Contenuto di vuoti dopo 10 rotazioni  $V10G_{min}$  11

Sensibilità all'acqua ITSR NPD

Resistenza all'abrasione da pneumatici scolpiti (chiodati):  $Abr_A$  NPD

Reazione al fuoco Euroclass NPD

Temperatura della miscela  $da$  140°C  $a$  180°C

Granulometria:

(passante al setaccio) 16 100%

12,5 95%

8 80%

4 49%

2 31%

0,5 15%

0,25 12%

0,063 8,0%

Contenuto di legante  $B_{min}$  4,6%

Valori Marshall

minima stabilità  $S_{min}$  NPD

massima stabilità  $P_{max}$  NPD

scorrimento  $F$  NPD

minima rigidità  $Q_{min}$  NPD

Resistenza alla deformazione permanente

Dispositivo grande: profondità del solco  $P$  NPD

Dispositivo piccolo: pendenza del solco  $WTS_{AIR}$  NPD

Dispositivo piccolo: profondità del solco  $PRD_{AIR}$  NPD

Condizioni di prova determinate secondo la UNI EN 13108-20

**ART. 03 PREMESSE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'appalto eseguiti dalle Imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa DL.

**3.1. PRESTAZIONI DI CONTROLLO DA PARTE DELLA STAZIONE APPALTANTE E PRESTAZIONI DI AUTOCONTROLLO DELL'IMPRESA AGGIUDICATARIA – STATI DI AVANZAMENTO LAVORI**

Le attività inerenti le misure ai fini progettuali degli interventi (vedi Linee Guida di Progetto) e l'eventuale verifica di idoneità delle miscele (sia per la verifica del progetto o del mix design, sia per la verifica in corso d'opera), andranno previste nelle somme a disposizione dei lavori e gestite dalla stazione appaltante, ai sensi della normativa vigente, così come i rilievi ad Alto Rendimento sull'eseguito. Le prove tradizionali avverranno con l'impiego delle attrezzature di Laboratori operanti in Qualità ISO 9001 indicati dal committente o anche, su richiesta dello stesso, dal Centro Sperimentale di Cesano.

Se sarà necessario, detti Laboratori potranno anche provvedere alle misure ad Alto Rendimento; in questo caso le loro attrezzature usate ai fini prestazionali dovranno essere verificate presso il CSS su piste di taratura prestabilite.

Il CSS è autorizzato comunque ad eseguire controlli a campione sulle zone testate da detti laboratori e qualsiasi altra operazione di verifica.

Le imprese aggiudicatrici dovranno presentare al Committente le prove di laboratorio preparate a loro cura e spese, per la definizione delle miscele da porre in opera, con mix design, impegnativo per l'Impresa, in conformità alle presenti Norme Tecniche; la presa visione delle medesime da parte della DL, che eventualmente effettuerà controlli con i Laboratori di cui sopra o quelli del CSS, non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

**Il Committente si riserva la facoltà di rifiutare gli studi proposti, chiedendone il rifacimento; detta facoltà dovrà essere esercitata entro 15 gg dalla presentazione degli studi.**

Le prove da presentare saranno le seguenti e su di esse potranno essere effettuate verifiche da parte del Committente tramite CSS e/o Laboratori di cui sopra:

a) studi preliminari per le miscele (mix design)

Miscele soggette alla presentazione dello studio di progetto:

- Miscele per strati di base, binder, basebinder e usura confezionate sia con bitume
- tal quale, soft ed hard
- Conglomerato di usura con argilla espansa
- Usure drenanti di tutti i tipi
- Trattamenti superficiali
- Microtappeti di usura
- Misti cementati in centrale ed in sito
- Riciclaggi in sito a caldo ed a freddo

Comunque tutte le miscele da porre in opera dovranno seguire lo stesso iter.

Gli studi di progetto in formato cartaceo e/o informatico completi di informazioni sul mix design e le relative prove, a spese dell'Impresa, dovranno pervenire al Committente almeno 2 mesi prima dell'inizio delle lavorazioni.

Gli studi dovranno contenere:

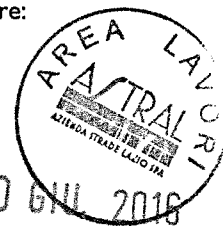
- miscela da eseguire completa di informazioni e sito di applicazione (strada, carreggiata, corsia, quantità da realizzare ecc) ed impianto di produzione
- aggregati da impiegare: provenienza, granulometrie, PSV, CLA e percentuali di impiego compreso il fresato che si vuole utilizzare
- caratteristiche volumetriche (% vuoti, pesi di volume) e meccaniche (ITS, Rit, CTI) percentuale di legante (bitume o emulsione), tipologia, fornitore, e dati prestazionali (o scheda tecnica del fornitore)
- eventuale impiego di additivi (con indicate le percentuali di progetto).

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi devono essere verificate mediante l'impiego della

apparecchiatura "Pressa Giratoria". Qualora venga decisa dal Committente la ripetizione di alcune prove, specificamente per le modifiche dei bitumi (che sono considerate prestazionali vedi art. 6.6) o anche di altro tipo, esso richiederà alle Imprese di far pervenire al CSS o ai Laboratori abilitati (sempre con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori), oltre agli studi di progetto sopra descritti, anche i materiali per la verifica di idoneità, in particolare:

- aggregati e fresato da impiegare (15-20 kg per pezzatura, filler 2-3 kg)
- legante (4-5 kg)
- additivi (Dopes, ACF 0,5-1 kg), fibre (200-300 gr), cemento (5 kg).

Il solo invio dei materiali per le prove di idoneità sono a carico dell'Impresa.



b) controlli dell'impresa durante l'esecuzione dei lavori previsti in Capitolato

Durante l'esecuzione dei lavori il controllo basato sulle presenti Norme Tecniche andrà esercitato in modo continuo dai laboratori dell'Impresa che a questo fine dovrà disporre di attrezzature e personale dedicato; la DL si riserva la facoltà di verificare la sufficienza di dette prove qualora le ritenga non adeguate per i controlli di produzione.

Il Committente potrà comunque effettuare controlli tramite i suoi laboratori ai fini del rilievo del *modus operandi* delle Imprese in corso d'opera ed ai fini della verifica di congruità tra il progetto presentato e il lavoro in esecuzione.

In tale ambito potrà richiedere documentazione (schede tecniche, bolle di accompagnamento ecc) atte a facilitare la verifica di idoneità delle lavorazioni in oggetto.

Tutti i prelievi dei materiali devono essere effettuati in contraddittorio con l'Impresa. In caso di lavorazioni di particolare rilevanza e complessità come i riciclaggi in sito considerando anche la possibile variabilità del materiale da stabilizzare per cui potrebbe essere insufficiente l'effettuazione di un solo studio (*mix design*) su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, va prevista l'effettuazione di una serie di verifiche in corso d'opera.

**Tali attività considerate come necessarie per permettere una corretta esecuzione delle lavorazioni sono sempre considerate a carico dell'Impresa.**

c) Attività di collaudo

Ai fini dell'attività di collaudo tutte le prove disposte, ai fini della verifica del rispetto delle presenti NT (Art.7), saranno a cura e spese dell'impresa secondo quanto previsto dal vigente Regolamento.

### 3.2. CONGLOMERATI BITUMINOSI COSTRUITI CON MATERIALI VERGINI

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, per quello di collegamento o per il tappeto di usura, verranno valutati in base alla superficie ordinata, secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per le forniture degli inerti e del legante secondo le formule accettate e/o prescritte dalla Direzione Lavori, la fornitura e la stesa del legante per ancoraggio, il nolo dei macchinari funzionanti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione dei materiali, la manodopera, l'attrezzatura e quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

In particolare si intendono compensati con i relativi prezzi anche tutti gli oneri relativi alla stesa a mano dei conglomerati nelle zone inaccessibili alle macchine, quali ad esempio quelle tra le barriere di sicurezza.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, avrà la facoltà di tollerare localmente ed in via del tutto eccezionale spessori inferiori ai minimi indicati, operando per le zone interessate le correttive detrazioni contabili per i minori spessori stesi.

Nel caso di esecuzione di ricariche su avvallamenti del piano viabile, e di stesa di microtappeti per la risagomatura di ormaie, le quantità di conglomerato impiegato verranno contabilizzate a volume compattato.

Si stabilisce che i conglomerati bituminosi e in genere i materiali legati a bitume e cemento (schiumati) dovranno essere approvvigionati da impianti ubicati di norma a distanza non superiore ai 70 km dai luoghi di impiego.

### 3.3. CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO

#### 3.3.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI A CALDO

La rigenerazione in sito della pavimentazione in conglomerato bituminoso verrà valutata in base alla superficie ordinata e secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Variazioni in più od in meno dello spessore dell'intervento, rispetto al valore medio prefissato, verranno

comutate con gli aumenti o diminuzioni sui prezzi unitari previsti in elenco prezzi, solo se espressamente ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Nei relativi prezzi sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni di cui all'articolo 8.1, comprese le integrazioni con bitume additivato con rigeneranti e con gli inerti necessari per la correzione della curva granulometrica od irruvidimento superficiale.

Per i conglomerati riciclati a caldo in impianto varranno le stesse prescrizioni dei conglomerati vergini del punto 3.3, con le variazioni previste negli appositi articoli.

### **3.3.2. CONGLOMERATI RICICLATI A FREDDO**

I conglomerati con diversi tipi di legante, bituminoso idraulico o misto, riciclati a freddo, siano essi formati per lo strato di fondazione (art. 5.4 e 5.5) o di base (art. 8.2), verranno valutati in base alla superficie ordinata, secondo le larghezze previste e con gli spessori finiti prescritti.

Essi saranno costituiti da materiali preesistenti o marginali miscelati in opera o in impianto; anche per essi varranno le stesse prescrizioni generali dei conglomerati vergini del punto 3.3, con le variazioni previste negli appositi articoli.



## **ART.04 DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**



### **4.1. DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE**

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

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla DL; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo sempre a giudizio della DL per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati, vedi Art. 7.1.8. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera. Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0,5 cm.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla DL. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori che potrà autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione dovrà corrispondere in tutti i suoi punti a quanto stabilito dalla DL e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla DL munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

La demolizione degli strati bituminosi potrà essere effettuata con uno o più passaggi di fresa, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla DL; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 20 cm di base per ciascun lato.

Le pareti dei giunti sia longitudinali sia trasversali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento privo di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

### **4.2. DEMOLIZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI DI FONDAZIONE**

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere effettuata con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della DL ed a suo insindacabile giudizio.

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

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

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.



## ART.05 FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO, CON BITUME SCHIUMATO O NON LEGATE

### 5.1. FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE

#### 5.1.1. DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore finito di norma di 20 cm e comunque variabile secondo le indicazioni della DL.

#### 5.1.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

##### 5.1.2.1. Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.

A discrezione della DL potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,063 mm.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (UNI EN 933-1);

Setacci UNI (mm)	Fuso (Passante %)
Setaccio 40	100-100
Setaccio 31,5	90-100
Setaccio 20	70-90
Setaccio 14	58-78
Setaccio 8	43-61
Setaccio 4	28-44
Setaccio 2	18-32
Setaccio 0,4	9-20
Setaccio 0,125	6-13
Setaccio 0,063	5-10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI-EN1097-2) non superiore al 30% in peso;
- Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) compreso fra 30 e 60;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico)

##### 5.1.2.2. Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325 tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente. A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 4,0% sul peso degli inerti asciutti.

##### 5.1.2.3. Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (rilevabile con lo studio con pressa giratoria) con una variazione compresa entro + 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

#### 5.1.3. STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

L'Impresa dovrà proporre alla DL la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini realizzati mediante pressa giratoria con le seguenti caratteristiche a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

Pressione verticale	600 ±3
Angolo di rotazione	1,25 ±0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150



Resistenze:

	3 gg	7 gg	Dimensioni provini
Rit 25° C (Gpa x 10-3)	0,30 – 0,50	0,32 – 0,60	Diametro 150 mm altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25° C (GPa x 10-3)	1,4-3,6	2,5-5,5	Diametro 150 mm altezza 160-200 mm

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire la curva ottimale.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria secondo il seguente schema (indicativo):

Cemento(%)	2			3			4			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
Acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua.

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

Per particolari casi è facoltà della DL accettare valori di resistenza a compressione anche fino a 0,70 MPa 3gg e 0,90 MPa 7gg.

I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta a tre o 7 gg) sempre secondo quanto sopra descritto, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità (misurabile sui provini giratoria a 180giri) e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### 5.1.4. FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

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

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



eseguita con la massima cura.

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

#### **5.1.5. POSA IN OPERA**

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

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

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

- rullo a due ruote vibranti da 10 ton per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 ton;
- rullo gommatto con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 ton. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla DL, delle stesse caratteristiche sopra riportate. La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 35°C e mai sotto la pioggia. Tuttavia, a discrezione della DL, potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

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

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

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

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

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

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

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

#### **5.1.6. PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di  $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$ , in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

#### **5.1.7. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI**

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

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

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di

laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 mc di materiale posto in opera.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 94% della densità dei provini giratoria (miscela di progetto a 180 giri) nel 100% delle misure effettuate.

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valori min 60Mpa dopo 4 ore e 200Mpa dopo 1gg e secondo procedura di prova descritta all'art 5.6.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

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

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

## **5.2. FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO O CALCE, LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO**

### **5.2.1. DESCRIZIONE**

Il misto cementato per fondazione(sottobase) con miscelatore in sito è inerente esclusivamente i lavori di manutenzione straordinaria(MS) e sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori(pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore di norma di cm.20 e comunque variabile secondo le indicazioni della DL(ma comunque non superiore a 30 cm.)

Altri spessori potranno essere richiesti secondo le caratteristiche progettuali.

### **5.2.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

#### **5.2.2.1. Inerti**

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (UNI EN 933-1) indicate nel fuso seguente:

setacci	UNI(mm)	Fuso (passante%)
setaccio	63	100-100
setaccio	40	86-100
setaccio	20	70-96
setaccio	14	62-90
setaccio	8	48-76
setaccio	4	30-58
setaccio	2	20-42
setaccio	0,25	7-20
setaccio	0,063	5-12



Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la DL potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni come indicato al punto 5.1.3..

Nel caso di impiego di misto granulare nuovo la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (UNI-EN1097-2) non superiore a 30% in peso.

L'indice di plasticità (CNR UNI 10.014) dovrà risultare uguale a zero.

L'impiego della calce è previsto per lavorazioni che interessano strati posti sotto la fondazione inquinati da argille

Setaccio UNI (mm)	Fuso (passante %)
Setaccio 63	100-100
Setaccio 40	84-100
Setaccio 20	68-90
Setaccio 14	58-82
Setaccio 8	44-70
Setaccio 4	28-54
Setaccio 2	22-42
Setaccio 0,25	8-20
Setaccio 0,063	6-12

#### 5.2.2.2. Legante

Verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325.

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

#### 5.2.2.3. Acqua

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno riuniformare il misto miscelato, prima della rullatura.

#### 5.2.3. STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

Prima delle lavorazioni si deve prevedere almeno un saggio di almeno 150 kg su cui effettuare uno studio da realizzare con provini giratoria per stabilire le percentuali di cemento e acqua ottimali ed eventuali integrazioni. Ai fini della determinazione delle percentuali di cemento e umidità ottimali si dovranno realizzare provini con pressa giratoria a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

#### Caratteristiche provini giratoria

Pressione verticale	600 $\pm$ 3
Angolo di rotazione	1,25 $\pm$ 0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150



### Caratteristiche di resistenza:

	3 gg	7 gg	Dimensioni provini
Rit 25° C (Gpa x 10 <sup>-3</sup> )	0,20 – 0,45	0,25 – 0,50	Diametro 150 mm altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25° C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	1,3-3,5	2,0-5,0	Diametro 150 mm altezza 160-200 mm

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

### Studio di progetto

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltre che allo stabilire l'eventuale aggiunta di aggregati di integrazione. A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (vedi modalità descritte sopra), secondo il seguente schema (indicativo):

Cemento(%)	3			4			5			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
Acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta a 3 o 7 gg) sempre secondo le modalità di cui sopra, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

Dallo studio si potrà evidenziare anche la necessità di integrare la miscela da riciclare con eventuali aggregati di integrazione.

### 5.2.4. MODALITÀ ESECUTIVE

La demolizione degli strati legati a bitume, realizzata secondo quanto definito al precedente art. 4.1., dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla DL e che comunque non dovrà essere inferiore, là dove possibile, a 4,5 m alla base dello scavo.

Si dovranno comunque comprendere nella superficie da demolire anche i giunti di strisciata dei vari strati eventualmente gradonando la sezione di scavo dalla quota superiore a quella inferiore in modo che la larghezza dello strato da miscelare non sia inferiore a 4,0 m.

Nel caso di fondazioni in macadam o scapoli di pietrame e di fondazioni in misto granulare o stabilizzato molto compromesse per la presenza di sostanze argillose od altro, si procederà, dietro preciso ordine della DL alla loro demolizione ed asportazione.

La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata mediante la posa in opera di uno strato in misto granulare e/o uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della DL.

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scambio da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di caratteristiche granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte al punto 5.2.2.1.), salvo diverso avviso della DL.

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di "rippers" per uno spessore non inferiore a 20 cm, comunque da concordare con la DL. Il cemento verrà distribuito in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità

presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla DL in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 20 cm.

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5°C e 35°C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18°C e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della DL.

Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e la successiva stesa dello strato di protezione dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della DL, da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al punto 5.1.5.

Considerata la complessità dell'effettuazione di uno studio completo che segua lavorazioni di notevole rilevanza e anche l'estrema variabilità potenziale del materiale da stabilizzare che potrebbe vanificare l'effettuazione di un solo studio su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, si dovrà effettuare una serie di verifiche durante l'esecuzione dei lavori secondo la metodologia descritta di seguito.

Ogni 500 m circa di lavorazione dovranno essere effettuate le seguenti valutazioni:

- verifica della granulometria
- verifica della % di umidità;
- verifica della % di cemento che dovrà avere un valore legato alla natura del materiale da riciclare ed alla sua % di umidità

Indicativamente considerando una lavorazione di 25cm, si fornisce la seguente tabella per l'impiego di cemento in funzione del contenuto d'acqua.

Contenuto d'acqua totale	Cemento	Kg cemento a mq su 25 cm di lavorazione
5-6%	2,5%	12,5
6-7%	3,0%	15,0
7-10%	3,5%	17,5

- formazione di provini giratoria per la verifica delle resistenze e densità.

La DL stabilirà se e come procedere ad eventuali integrazioni di aggregati di diversa pezzatura (graniglie ecc).

### 5.2.5. PROTEZIONE SUPERFICIALE

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.6.

### 5.2.6. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.7.

## 5.3. MISTO GRANULARE STABILIZZATO PER FONDAZIONE E/O SOTTOFONDAZIONE

### 5.3.1. DESCRIZIONE

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

Questa lavorazione si applica per strati di fondazione nelle **Manutenzioni Straordinarie (MS)** o **Nuove Lavorazioni (NC)** esclusivamente nei casi di strade di minore rilevanza e può essere impiegata anche per lavori di sottofondazione come ultimo strato del rilevato stradale.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione. Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato progettualmente e verificato dalla DL.

### 5.3.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

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

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

Setaccio UNI (mm)	Fuso (passante %)
Setaccio 63	100-100
Setaccio 40	84-100
Setaccio 20	70-92
Setaccio 14	60-85
Setaccio 8	46-72
Setaccio 4	30-56
Setaccio 2	24-44
Setaccio 0,25	8-20
Setaccio 0,063	6-12

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;
- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento). Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

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

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 40 e 60 la DL richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma.

Indice di portanza C.B.R. (CNR-UNI 10009-Prove sui materiali stradali indice di portanza CBR di una terra) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, c, d, salvo nel caso citato al comma d) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

### 5.3.3. STUDIO PRELIMINARE

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

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

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



#### 5.3.4. MODALITÀ ESECUTIVE

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

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

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

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

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

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

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

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

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4".

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valore min 80Mpa secondo procedura di prova descritta all'art 5.6.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

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

Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni si richiamano espressamente le norme di cui al punto 5.1.7.

#### 5.4. FONDAZIONE O SOTTOBASE CON TECNICA DEL BITUME SCHIUMATO REALIZZATO IN SITO

##### 5.4.1. DESCRIZIONE

La lavorazione dello schiumato permette di riciclare in sito vecchie fondazioni (misti cementati ammalorati, misti stabilizzati da "potenziare" (manutenzione straordinaria) o per realizzare la fondazione o sottobasi (Nuove Costruzioni) con la posa in opera e la lavorazione di materiale idoneo, vergine o proveniente da fresature o rimozioni di pacchetti stradali ammalorati, previa autorizzazione della DL.

Questa lavorazione si può impiegare nelle **Manutenzioni Straordinarie e nei Nuove Costruzioni (MS, NC)**.

Nella manutenzione straordinaria la lavorazione consiste nella rimozione e miscelazione (mediante idonee riciclatrici), e successiva compattazione, di strati profondi ammalorati (stabilizzati, cementati ecc.) compresa (se necessario) una parte di conglomerato bituminoso (per spessori max di 4-10 cm) compatibilmente con la macchina riciclatrice impiegata e lo stato del conglomerato residuo. L'opportunità di fresare in anticipo questi strati verrà decisa di volta in volta in accordo con la DL.

Il bitume viene immesso nella camera di mescolazione della riciclatrice (insieme all'acqua), mentre il cemento viene in genere steso prima anteriormente al treno di riciclaggio.

Le attuali tecnologie permettono di "trattare" spessori massimi di 25-27 cm compattati.

Prima di iniziare la lavorazione al fine di verificare gli spessori vanno eseguiti 2-3 carotaggi per km, mentre per la caratterizzazione del materiale da riciclare va eseguito almeno un saggio di almeno 150 kg; lo scopo è quello di ottenere il raggiungimento delle resistenze indicate rispettando i parametri fondamentali su miscele addensate con pressa giratoria.

Nel caso non si possa effettuare uno studio preventivo completo per l'ottimizzazione dei parametri della

lavorazione (cemento, bitume, eventuali integrazioni, eventuale acqua di aggiunta ecc), si potrà iniziare la lavorazione ed analizzare quindi il materiale del saggio per valutare, in corso d'opera, i parametri fondamentali che seguono.

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

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

L'Impresa dovrà proporre alla DL la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

#### 5.4.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

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

- a) granulometria compresa nel seguente fuso (post estrazione se compresa di conglomerato bituminoso) e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Setaccio UNI (mm)	Fuso (passante %)
Setaccio 63	100-100
Setaccio 40	84-100
Setaccio 20	70-92
Setaccio 14	60-85
Setaccio 8	46-72
Setaccio 4	30-56
Setaccio 2	24-44
Setaccio 0,25	8-20
Setaccio 0,063	6-12

- b) i bitumi da impiegare dovranno essere saranno quelli descritti all'art. 6.1.3. e andranno impiegati orientativamente al 3,5 % in peso sulla miscela, salvo diverse indicazioni derivanti dallo studio e da indicazioni della DL;

- c) verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325 in percentuale connessa al contenuto d'acqua del materiale da riciclare (ricavato dal saggio effettuato).

Indicativamente considerando una lavorazione di 25cm, si fornisce la seguente tabella per l'impiego di cemento in funzione del contenuto d'acqua:

Contenuto d'acqua totale	Cemento	KG cemento a mq su 25 cm di lavorazione.
5-6%	2%	10
6-7%	2,5%	12,5
7-9%	3%	15
9-10%	3,5%	17,5

- d) Resistenze diametrali

Per le resistenze si dovranno realizzare provini con pressa giratoria con nà giri 180 con le seguenti caratteristiche:

Pressione verticale KPa	600+3
Angolo di rotazione	1,25+0,02
Velocità di rotazione(giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150



#### Caratteristiche di resistenza

	3gg	Dimensioni provini
ITS 25°C (GPa × 10 <sup>3</sup> )	0,32-0,55	Diametro 150mm Altezza 100-130mm
CTI 25°C (GPa × 10 <sup>3</sup> )	≥50	
Compressione semplice 25°C (GPa × 10 <sup>3</sup> )	1,0-3,0	Diametro 150 mm altezza 160-200 mm

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

#### e) Eventuali integrazioni

Per la corretta esecuzione della lavorazione è bene integrare il materiale in sito con il 10% di sabbia di frantumazione 0/4 (circa 2,5 cm di spessore da stendere con finitrice) a meno di riciclare strati con notevole contenuto di fino.

In questo caso sarà la DL a stabilire le modalità di procedere, valutando se è necessario integrare con materiale più grosso, di pezzature diverse (graniglie ecc).

#### 5.4.3. STUDIO PRELIMINARE

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali dei leganti (cemento e bitume) e dell'acqua di compattazione oltre che allo stabilire l'eventuale aggiunta di aggregati di integrazione.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (punto d) secondo il seguente schema(indicativo):

Cemento(%)	2			2,5			3			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
Bitume schiumato (%)	2	2	2	3	3	3	4	4	4	
Acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta), vedi punto d), in cui sono descritte anche le resistenze richieste. Nella miscela dello studio dovrà essere sempre prevista l'integrazione di una sabbia di frantumazione calcarea 0/4 mm in percentuali comprese tra il 10% e il 15 % in peso ed eventualmente di una graniglia di integrazione (max 15%) che potrà variare avere dimensione massima 30mm a seconda della tipologia e della granulometria del materiale da riciclare.

#### 5.4.4. MODALITÀ ESECUTIVE

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 20 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

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

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

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati un rullo monotamburo vibrante di almeno 19 ton preferibilmente accoppiato ad un rullo gommato di almeno 14 ton.

10 GIU. 2016



Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Le prove di portanza tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) dovranno avere valore minimo 50Mpa dopo 4 ore e 180Mpa dopo 1gg.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

Il materiale dopo il passaggio della riciclatrice dovrà presentarsi omogeneo e con bitume ben disperso (senza la presenza di grumi).

Va sempre effettuata una sovrapposizione delle strisciate di 15-30 cm in relazione alla larghezza del "tamburo" della stabilizzatrice.

E' da evitare la stesa in condizioni di pioggia e con temperature inferiori a 10 °C.

Per la stesa dello strato superiore si dovrà attendere il giorno successivo (o almeno 6-8 ore nel caso di esigenze operative improrogabili).

Particolare attenzione va posta nel controllo della umidità che dovrà rimanere nei limiti indicati per non compromettere l'esito della lavorazione.

Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni considerata la complessità dell'effettuazione di uno studio completo che segua lavorazioni di notevole rilevanza e anche l'estrema variabilità potenziale del materiale da stabilizzare che potrebbe vanificare l'effettuazione di un solo studio su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, si dovrà effettuare una serie di verifiche durante l'esecuzione dei lavori secondo la metodologia descritta di seguito.

Ogni 500 m circa di lavorazione dovranno essere effettuate le seguenti valutazioni:

- a) verifica della granulometria (post estrazione) con % di bitume risultante nella miscela presente che deve essere compreso tra 3,0 e 4,5%;
- b) verifica della % di umidità;
- c) verifica della % di cemento che dovrà avere un valore legato alla natura del materiale da riciclare ed alla sua % di umidità; nel caso ci sia una variazione di umidità la quantità di cemento per i tratti successivi al prelievo va adeguata secondo l'art. 5.4.2
- d) prelievo di materiale su cui effettuare test a resistenza diametrale, vedi art. 5.4.2 punto d);
- e) verifica della temperatura del bitume in fase di schiumaggio che deve essere sempre >160 °C (alla autobotte 165 °C).

Nel caso i materiali da stabilizzare con tecnica del bitume schiumato rilevati nei saggi esplorativi (cfr 5.4.1) presentino caratteristiche plastiche (IP>8) si potrà valutare, nella fase di esecuzione, l'impiego di calce in sostituzione di parte del cemento.

L'impresa ha l'obbligo di darne comunicazione alla DL.

## **5.5. FONDAZIONE O SOTTOBASE CON TECNICA DEL BITUME SCHIUMATO REALIZZATO IN IMPIANTO**

### **5.5.1. DESCRIZIONE**

La tecnologia dello schiumato in impianto va applicata per reimpiegare materiali fresati o vergini, stoccati in cumuli, lavorandoli con opportuni impianti in aree adiacenti il tratto da risanare o realizzare o a fianco agli impianti a caldo. Il materiale a cui sono aggiunti i leganti e l'acqua dovrà essere steso con finitrice e compattato. Gli impianti devono prevedere la possibilità di caricare direttamente il materiale sui camion per il trasporto in sito e la stesa (opzione preferibile); è possibile stoccare in cumuli il materiale già "schiumato" per 1 o 2 ore, ma è preferibile stenderlo e compattarlo subito e comunque il conglomerato schiumato in impianto dovrà essere steso e compattato entro 4 ore dall'uscita dall'impianto.

La lavorazione è prevista per la realizzazione nei **Nuove Costruzioni (NC)** e nelle **Manutenzioni Straordinarie (MS)** di fondazioni o sottobasi mediante la mescolazione del materiale da riciclare e/o vergine con il bitume, il cemento e l'acqua in impianti, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ogni loro parte in grado di fornire uniformità di produzione.

Nella miscela è possibile impiegare vecchie fondazioni o pavimentazioni (misti cementati ammalorati, misti

10 GIU. 2018



stabilizzati da riciclare, fresati di conglomerati bituminosi), materiali vergini, purché opportunamente frantumati e rispondenti alle caratteristiche in seguito illustrate e ritenuti comunque idonei dalla DL.

L'Impresa dovrà proporre alla DL la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela (studio di progetto).

Va sempre presentato uno studio per la verifica di idoneità della miscela da sottoporre alla approvazione della DL.

### 5.5.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

Il materiale in opera risponderà alle caratteristiche seguenti:

- a) granulometria compresa nel seguente fuso (post estrazione se compresa di conglomerato bituminoso) e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Setaccio UNI (mm)	Fuso (passante %)
Setaccio 63	100-100
Setaccio 40	94-100
Setaccio 20	88-100
Setaccio 14	62-88
Setaccio 8	44-72
Setaccio 4	28-54
Setaccio 2	22-40
Setaccio 0,25	5-18
Setaccio 0,063	4-10

- b) i bitumi da impiegare dovranno essere saranno quelli descritti all'art.6.1.3 e andranno impiegati orientativamente al 3,0 % in peso sulla miscela, salvo diverse indicazioni derivanti dallo studio e da indicazioni della DL;

- c) verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325 in percentuale circa del 2% ed acqua di compattazione variabile tra 5 e 7% salvo diverse indicazioni derivanti dallo studio e da indicazioni della DL;

- d) Resistenza diametrale

Per la resistenza si dovranno realizzare provini con pressa giratoria con n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

Pressione verticale KPa	600±3
Angolo di rotazione	1,25±0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

#### Caratteristiche di resistenza

	3gg	Dimensioni provini
ITS 25°C – GPa × 10 <sup>3</sup>	0,30-0,50	Diametro 150mm
CTI 25°C – GPa × 10 <sup>3</sup>	≥40	Altezza 100-130mm
Compressione semplice 25°C GPa × 10 <sup>3</sup>	1,0-2,5	Diametro 150 mm altezza 160-200 mm

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

- e) Eventuali integrazioni e comunque secondo le indicazioni provenienti dallo studio preliminare (art 5.4.3)



Nel caso si impieghi solo materiale proveniente dalla fresatura di conglomerati bituminosi per la corretta esecuzione della lavorazione è bene integrare il materiale con il 10% di sabbia di frantumazione 0/4 e 15- 20 % di graniglia.

Sarà la DL a stabilire le modalità di procedere valutando se è necessario integrare con materiale più grosso, di pezzature diverse.

### 5.5.3. STUDIO PRELIMINARE

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione del materiale da impiegare, delle percentuali ottimali dei leganti (cemento e bitume) e dell'acqua di compattazione.

A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (punto d) secondo il seguente schema(indicativo):

Cemento(%)	2			2,5			3			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
Bitume schiumato (%)	2	2	2	3	3	3	4	4	4	
Acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta, vedi punto d), in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

### 5.5.4. MODALITÀ ESECUTIVE

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 15 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

È possibile, per spessori superiori a 20cm, dividere la lavorazione in due strati.

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

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

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati un rullo monotamburo vibrante di almeno 19 ton preferibilmente accoppiato ad un rullo gommato di almeno 14 ton.

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Le prove di portanza tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) dovranno avere valore minimo 45Mpa dopo 4 ore e 170Mpa dopo 1gg.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

Il materiale dopo la stesa con vibrofinitrice dovrà presentarsi omogeneo e con bitume ben disperso (senza la presenza di grumi).

Per la stesa dello strato superiore si dovrà attendere il giorno successivo (o almeno 6-8 ore nel caso di esigenze operative improrogabili).

Particolare attenzione va posta nel controllo della umidità e dei leganti per non compromettere l'esito della lavorazione.

## 5.6. PROVE DI PORTANZA CON PIASTRA DINAMICA TIPO LWD

Le prove LWD devono rispettare le Norme ASTM E2583-07 "Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)" e andranno eseguite applicando una sforzo di sollecitazione pari a circa 70 KPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 msec.

Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 Kg con una altezza di caduta (distanza tra terreno e base del carico) pari a 100 cm.

Le battute del LWD, secondo quanto indicato nella Norma, dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra  $\leq 3\%$ ; Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite dello scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati di almeno 5 metri tra loro lo strato andrà riaddensato.

Le prove eseguite, salvabili su file informatico, devono registrare almeno la pressione effettivamente applicata, il tempo di applicazione del carico, la deflessione al centro piastra ed il modulo elastico.

Il modulo elastico viene calcolato con la seguente espressione  $E = f \cdot (1 - \nu^2) \cdot \sigma \cdot r / d_0$  con  $f = 2$ ,  $\nu = 0,35$ ,  $\sigma$  = sforzo effettivamente applicato (intorno a 70 KPa),  $r = 150$  mm (raggio della piastra), e  $d_0$  = deflessione misurata al centro piastra.



10 GIU. 2016



## ART. 06 LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICATI

### 6.1. LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

#### 6.1.1. BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 6.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all'art. 7.

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

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste comporta l'applicazione delle detrazioni di cui all'art. 7.1.8.4, qualora il materiale sia accettato dalla DL.

TABELLA 6.A		Bitume 50/70	Bitume 70/100
Caratteristiche	U.M.	Valore	
PRIMA PARTE			
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	°C	45-60	40-60
Punto di rottura Frass,min.	°C	≤6	≤8
Ritorno elastico	%	-	-
Stabilità allo stoccaggio tubo test	°C	-	-
Viscosità dinamica a 160°C Shear rate 5*10 <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	Pa x s	0,03-0,10	0,02-0,10
SECONDA PARTE-valori dopo RTFOT(°)			
Incremento del punto di rammollimento	°C	≤9	≤9
Penetrazione residua	%	≥40	≥50

(°)Rolling Thin Oven Test

I leganti bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegati,dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcature CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- -Penetrazione a 25°C
- -Punto di rammollimento


Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicativi nel presente Capitolato(oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).



10 GIU. 2018



Qui sotto es. di marchio CE:

 n.organismo notificato
<b>SOCIETA'</b> <b>09</b> <b>N. certificato</b>
<b>EN 12591:09</b>  Bitume per applicazioni stradali: 50/70  Penetrazione a 25°C ( UNI EN 1426).....50/70x0,1 mm Punto di rammollimento(UNI EN 1427).....46-54°C

### 6.1.2. BITUMI MODIFICATI

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

- in modo soft SF: modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B
- in modo hard HD: modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella 6.B
- Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica BM opportunamente preparati per una successiva modifica.

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (vedi art. 7.2.) salvo diversa indicazione della Committente.

TABELLA 6.B –BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI

CARATTERISTICHE	U.M.	BASE MODIFICATA BM	SOFT 2,5%-3,5% SF	HARD 4%-6% HD
Penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento	°C	40-60	60-80	70-90
Punto di rottura Frass	°C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
Ritorno elastico a 25° C	%	-	≥70	≥ 80
Viscosità dinamica a 160° C	Pa x s	0,01 – 0,10	0,10 – 0,35	0,15 – 0,4
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3(°)	≤3(°)
Valori dopo RTFOT – Rolling Thin Film Oven Test				
Penetrazione residua a 25° C	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 8	≤ 5

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

TABELLA 6.C-BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO

BITUME SOFT O HARD		
Caratteristiche	U.M.	Valori
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70
Punto di rammollimento	°C	60-90
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -10
Viscosità dinamica a 160°C	Pa x s	0,10-0,45

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

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Penetrazione a 25°C
- Punto di rammollimento
- Ritorno elastico a 25°C




Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

11 0 GIU. 2016



Qui sotto es. di marchio CE:

 n.organismo notificato
<b>SOCIETA'</b> <b>10</b> <b>N. certificato</b>
<b>EN 14023:10</b>  Bitumi modificati con polimeri per applicazioni stradali: 25-55/70  Penetrazione a 25°C ( UNI EN 1426).....25-55x0,1 mm Punto di rammollimento(UNI EN 1427)..... ≥ 70°C Ritorno elastico a a 25°C ( UNI EN 13398)..... ≥ 70

### 6.1.3. BITUME PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO MEDIANTE TECNICA DELLO SCHIUMATO

Per utilizzare la tecnologia del riciclaggio a freddo mediante bitume schiumato si dovrà usare un legante TQ o BM adatto alla "schiumatura".

Il legante tal quale deve avere le seguenti caratteristiche:

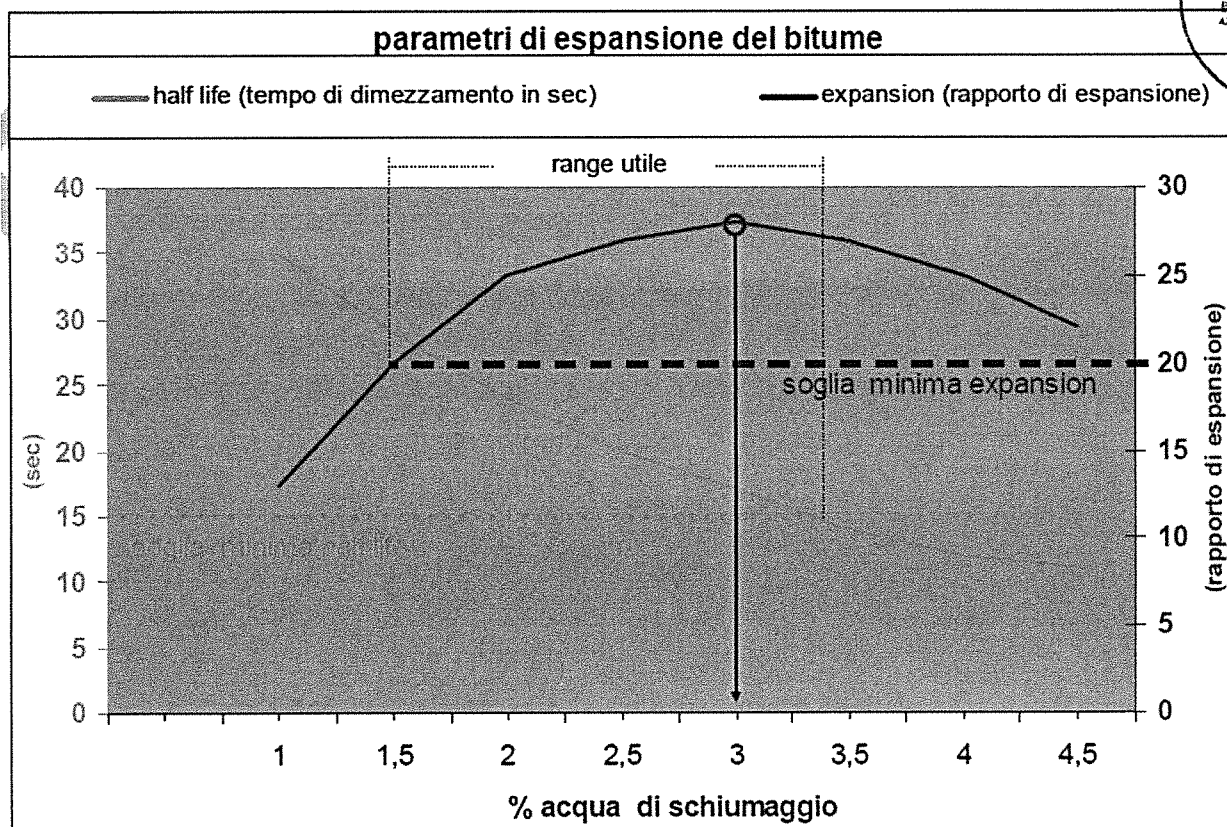
Palla e anello	40-60
Penetrazione (dmm)	80-100

Caratteristiche di espansione del bitume misurate tra 160°C e 180°C

Rapporto di espansione	>20	Rapporto tra volume schiuma e volume liquido
Tempo di dimezzamento(half life)-sec	>15	Tempo per dimezzare il volume di schiuma
Velocità di espansione - sec	<5	Tempo per arrivare al massimo volume

La "velocità di espansione" è il tempo necessario al bitume per raggiungere il massimo volume di schiumato alla prescelta quantità di acqua (tempo che intercorre tra la fine della fase di spruzzaggio e il momento di massimo volume raggiunto).

Ai fini della scelta della percentuale di acqua ottima(acqua di schiumaggio), nel range di accettabilità, è da preferire il valore che produce il max volume di schiumato, ferma restando la condizione di non superare mai il 4,5% di acqua.



NB:Le curve della figura sono esemplificative e non prescrittive

## 6.2. EMULSIONI BITUMINOSE

### 6.2.1 EMULSIONI BITUMINOSE (CATIONICHE NON MODIFICATE) PER MANO DI ATTACCO

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cementato e base, basebinder, binder e usure normali (per usure non aperte).negli altri casi si usa bitume modificato hard (vedi Art.6.1.2)

**TABELLA 6.D-EMULSIONI BITUMINOSE (cationiche non modificate) per mano di attacco**

TABELLA 6.D-EMULSIONI BITUMINOSE (cationiche non modificate) per mano di attacco			
caratteristiche	Unità di misura	Emulsioni a rapida rottura	Emulsioni a media Velocità di rottura
Contenuto d'acqua	% in peso	≤40	≤45
Contenuto di bitume	% in peso	≥60	≥55
Grado di acidità (pH)		2-5	2-5
Polarità delle particelle		Positiva (cationiche) o negativa (anioniche)	
Caratteristiche del bitume estratto			
Penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150
Punto di rammollimento	° C	≥40	≥40
Punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

Le emulsioni cationiche bituminose per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili,dovranno essere dotate obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- pH
- Contenuto di acqua
- Polarità particella bitume

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

Qui sotto es. di marchio CE



n.organismo notificato

**SOCIETA'**  
**13**  
**N. certificato**

**EN 13808:13**

Emulsioni cationiche bituminose per applicazioni stradali C69 B2

Ph (UNI EN 12850).....2-5

Contenuto di bitume (UNI EN 1428).....67-71%

Polarità particelle bitume (UNI EN 1430).....postiva

**CARATTERISTICA DEL LEGANTE**

Penetrazione a 25°C ( UNI EN 1426).....≤ (150) x0,1 mm

Punto di rammollimento(UNI EN 1427).....≥ 43°C

**6.2.2 EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO (ER)**

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) secondo i parametri della tabella 6.D. L'emulsione dovrà avere caratteristiche di stabilità/velocità di rottura adatte alla tecnologia del riciclaggio impiegata.

**TABELLA 6.E – EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE**

caratteristiche	Unità di misura	VALORI
Contenuto d'acqua	% in peso	≤40
Contenuto di bitume	% in peso	≥60
Grado di acidità (pH)		2-4
Sedimentazione a 7 gg	%	<10
Caratteristiche del bitume estratto		
Penetrazione a 25° C	dmm	50-70
Punto di rammollimento	°C	55-75
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -10
Ritorno elastico	%	≥ 55

**6.3. ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)**

Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati. Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità

termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo). Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,2%-0,8% in peso rispetto al legante totale, secondo indicazioni della DL ed in accordo con i Laboratori accreditati o con il CSS; a seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può anche essere aggiunto nel fresato, durante la fresatura, nel caso di impiego diretto. I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate e/o definite da CSS per la relativa accettazione. Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere. Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.

#### 6.4. ATTIVANTI DI ADESIONE (Dopes, DP)

Gli attivanti di adesione hanno la funzione di modificare le caratteristiche superficiali degli aggregati rendendoli idrofobi e allo stesso tempo di aumentare l'adesione inerte/bitume. Gli attivanti di adesione (a volte compresi anche negli ACF) debbono essere impiegati nel caso si utilizzino aggregati ad elevato tenore in silice come quarziti, graniti ecc (per esempio porfido). In generale gli attivanti di adesione danno vantaggi anche nel caso di lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche non favorevoli, con aggregati umidi, per pavimentazioni esposte a condizioni severe (temperature basse, frequente spargimento di sali fondenti ecc.). Indicativamente si impiegano in ragione di 0,3 - 0,6 % in peso sul bitume a seconda della natura mineralogica dell'inerte, delle caratteristiche del legante (viscosità) e della miscela da realizzare. In linea generale vanno aumentati per miscele aperte e/o bitumi a bassa viscosità e viceversa. Gli attivanti possono essere dispersi nel bitume (preferibile) o spruzzati sugli aggregati. I prodotti devono essere approvati dalla DL sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate e/o definite da CSS per la relativa accettazione. Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere. Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia alla DL le bolle di consegna.

#### 6.5. FIBRE PER IL RINFORZO STRUTTURALE DEL BITUME (FB)

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica. Vanno impiegate obbligatoriamente per conglomerati bituminosi con % di vuoti > 15% (a n° giri medio N2 alla giratoria) per aumentarne la stabilità nel tempo. Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti. L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc). In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa).

L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele. L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disgregazione e dispersione nel conglomerato, oltreché per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato. Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante. Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

Tabella fibre rinforzate

Lunghezza (um)	200-6000
Diametro (um)	8-20
Resistenza alla trazione (GPa)	1,5-3
Allungamento massimo (%)	1-3
Punto di fusione (°C)	>300°C

La validità delle fibre o delle loro miscele, dovrà esser verificata con le prove prestazionali del legante completo, ottenuto operando con le miscele drenanti standard di riferimento (vedi art.6.6.1) realizzando provini con e senza fibre valutandone l'efficacia in termini di resistenze a trazione diametrale. Tutti i prodotti devono essere approvati

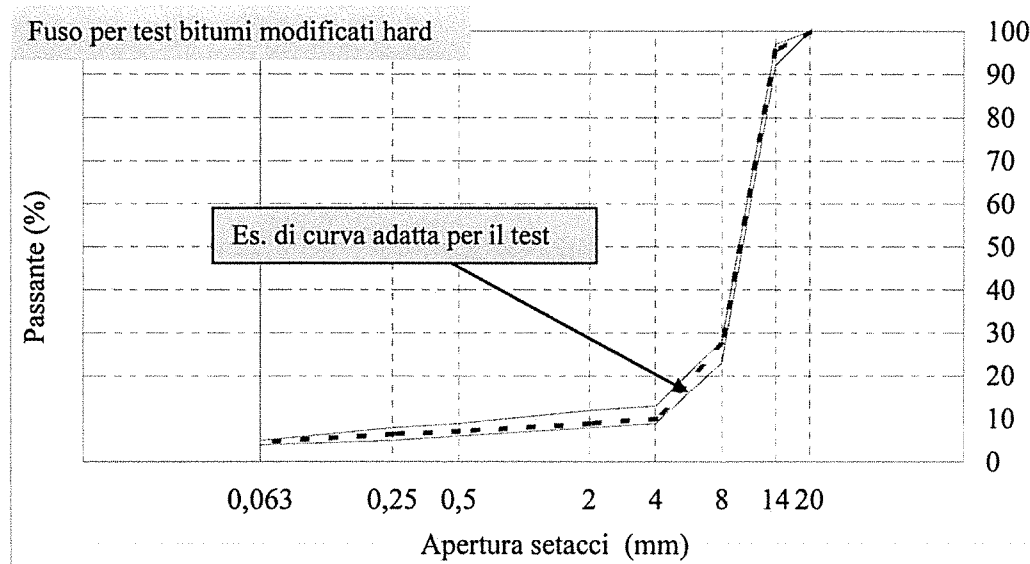
sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati se non già preventivamente approvati dal CSS e devono essere accompagnati da scheda tecnica e di sicurezza.

## 6.6. VERIFICA PRESTAZIONALE DEI BITUMI HARD E DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE

### 6.6.1. VERIFICA PRESTAZIONALE DEI BITUMI HARD

In aggiunta alle caratteristiche richieste al punto 6.1.2, ai fini della verifica del bitume hard, si dovrà impiegare un conglomerato bituminoso drenante di riferimento standard con curva granulometrica discontinua. Il drenante di riferimento (variando le percentuali e se necessario selezionando il materiale a partire dalle classi granulometriche disponibili) dovrà essere contenuto nel fuso indicato e dovrà essere realizzato con aggregati di tipo basalto e filler, in modo da rientrare nel fuso illustrato; andrà aggiunto legante hard da verificare al 4,8% in peso sulla miscela, e null'altro; gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

Granulometrie (Trattenuti % su setacci )	Aggregati impiegati				Passanti %	Fuso	
	filler	basalto 0/3	basalto 4/8	basalto 8/14			
20					100,0	100	100
14				5,8	95,4	92	97
8			14,8	83,5	27,1	23	28
4		0,2	84,7	10,7	10,0	9	13
2		20,3	0,5		9,0	8	12
0,5		37,0			7,1	6	9
0,25		12,1			6,5	5	8
0,063	22,0	17,2			4,6	4	5
Filler	78,0	13,2	0,0	0,0			
Impiego %	5	5	10	80			



Con il materiale in curva legato con il bitume da testare andranno realizzati 3 provini (diametro 100mm) con pressa girata a 130 giri da rompere a diametrale a 25°C, i risultati dovranno essere:

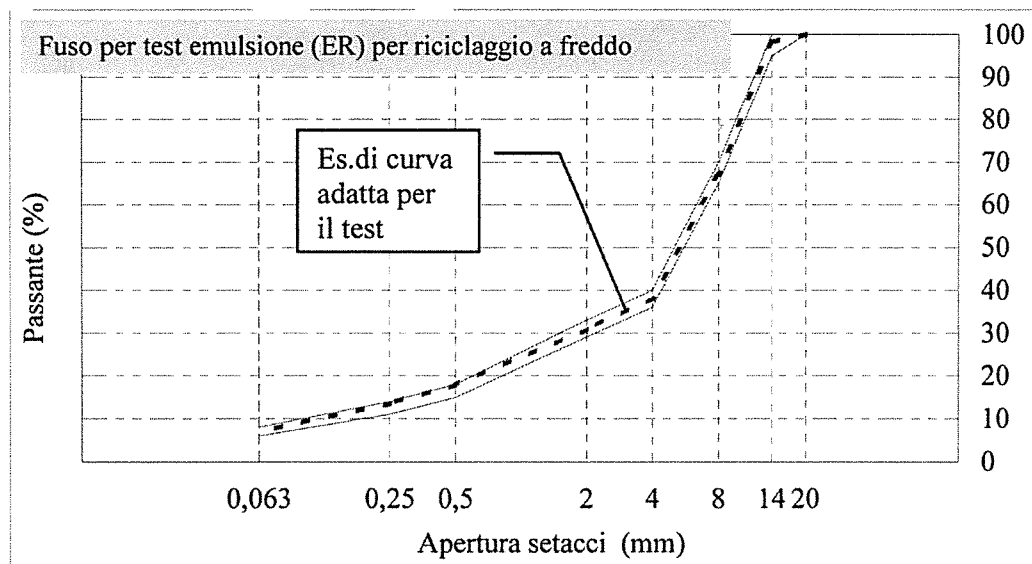
	25°C (media di 3 valori)
ITS 25°C GPa x 10-3	0,34 – 0,58
CTI 25°C GPa x 10-3	≥ 20

### 6.6.2. VERIFICA PRESTAZIONALE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER LAVORI DI RICICLAGGIO A FREDDO

In aggiunta al punto 6.2.2 l'emulsione modificata da riciclaggio a freddo va inoltre verificata mediante materiale in curva standard di riferimento (vedi pag. seguente). La miscela di riferimento (variando le percentuali e se necessario selezionando il materiale a partire dalle classi granulometriche disponibili) dovrà essere contenuta nel fuso indicato e dovrà essere realizzata con aggregati di tipo basalto e filler, in modo da rientrare nel fuso illustrato; andrà aggiunta l'emulsione da verificare al 9,5% (in peso sulla miscela) e null'altro; gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

Gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

Granulometrie (Trattenuti % su setacci)	Aggregati impiegati				Passanti %	Fuso	
	filler	basalto 0/3	basalto 4/8	basalto 8/14			
20					100,0	100	100
14				5,8	98,1	95	100
8			14,8	83,5	67,0	65	70
4		0,2	84,7	10,7	38,1	36	40
2		20,3	0,5		30,8	29	33
0,5		37,0			17,9	15	18
0,25		12,1			13,6	11	14
0,063	22,0	17,2			6,9	6	8
Filler	78,0	13,2	0,0	0,0			
Impiego %	3	35	30	32			



Con il materiale in curva legato con l'emulsione da testare andranno realizzati 6 provini (diametro 100 mm) con pressa giratoria a 180 giri da rompere a diametrale a 25°C a 3 gg e a 7 gg; i risultati dovranno essere:

	3gg (media di 3 valori)	7gg (media di 3 valori)
ITS 25°C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,26-0,35	0,30-0,50
CTI 25°C (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 13	≥ 18

I primi dovranno essere maturati a 40°C.



10 GIU. 2015



10 GIU. 2018



## 6.7 TABELLA SINOTTICA DEI MATERIALI LEGANTI E LORO ADDITIVI

Le lavorazioni previste devono essere eseguite impiegando i leganti bituminosi adeguati:

Lavorazioni	Leganti			Additivi		
Usure A e B	SF	HD		ACF	DP	
Binder	SF	HD		ACF	DP	
Base	SF	HD		ACF	DP	
Base binder	SF	HD		ACF	DP	
Drenante con argilla espansa	HD			FB	DP	
Riciclaggio con schiumato	BM	TQ				
Riciclaggio con schiumato in impianto	BM	TQ		ACF		
Riciclaggio emulsione	ER	HD		ACF		
Microtappet di usura	SF	HD		ACF	DP	

ACF, DP e FB vanno utilizzati su indicazioni della D.L.

## 6.8. NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI

### Bitumi semisolidi

Penetrazione	Normativa UNI EN 1426
Punto di rammollimento	Normativa UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	Normativa UNI EN 12593
Ritorno elastico	Normativa UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio tube test	Normativa UNI EN 13399
Viscosità dinamica (metodo cono-paitto)	Normativa UNI EN 13702
Perdita per riscaldamento in strato sottile	Normativa UNI EN 12607-I

### Emulsioni bituminose

Contenuto di bitume(residuo per distillazione)	Normativa UNI EN 1431
Contenuto d'acqua	Normativa UNI EN 1428
Grado di acidità	Normativa UNI EN 12850
Polarità delle particelle	Normativa UNI EN 1430
Sedimentazione a 7 gg	Normativa UNI EN 12847



## ART.07 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

### 7.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BASEBINDER, BINDER, USURA

Queste miscele possono essere impiegate per tutte le tipologie di lavorazione, **Manutenzione Ordinaria (MO)**, **Manutenzione Straordinaria (MS)** e **Nuove Costruzioni (NC)**, con l'eccezione della Base che dovrebbe essere impiegata per MO solo in casi di lavorazioni di piccole entità ed improrogabili.

#### 7.1.1. DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 6.1. di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, basebinder, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate all' art. 2.

#### 7.1.2. BITUME

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 6, i conglomerati di base, basebinder, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

#### 7.1.3. MATERIALI INERTI

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

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

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13108-1.

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente (almeno) ai requisiti richiesti.

#### 7.1.4. AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 4 A 31,5 mm)

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai seguenti requisiti:

##### 7.1.4.1. Strato di base

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 70% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%. Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

##### 7.1.4.2. Strato di basebinder

Nella miscela di questo strato dovranno essere impiegati inerti frantumati (privi di facce tonde) in percentuale superiore al 80% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI EN 1097-2 dovrà essere inferiore o uguale al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

##### 7.1.4.3. Strato di collegamento (binder)

Per questo strato dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati (privi di facce tonde), con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale

al 25%.

Il coefficiente di appiattimento, determinato in accordo con la UNI EN 933-3, deve essere inferiore o uguale a 15.

#### 7.1.4.4. Strato di usura

Dovranno essere impiegati frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo la Norma UNI EN 1097-2) inferiore o uguale al 20 ovvero, in percentuali ridotte, aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.

- Il coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);
- resistenza alla levigatezza pari a  $PSV = 44$  (UNI EN 1097-8) calcolato col metodo del PSVmix;
- resistenza al gelo/disgelo inferiore o uguale a 1% (UNI EN 1367-1)

E' facoltà di ASTRAL S.p.A. prevedere l'impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti; in questo caso (fermo restando i requisiti richiesti), la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%. Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso)  $\geq 80\%$ ; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

È inoltre facoltà di ASTRAL S.p.A. non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del CAT, scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

#### 7.1.4.5. Valore di levigabilità dovuto alla miscela di aggregati (PSVmix)

Il PSVmix è un indice che si calcola per le miscele di aggregati da impiegare per gli strati superficiali esclusivamente sugli aggregati che presentano trattenuto al setaccio 2mm. Il PSVmix porta in gioco i valori del PSV delle singole pezzature con le relative masse volumiche apparenti (MVA) così da valutare l'aderenza sulla superficie stradale "pesata" in base al contributo "volumetrico" dei vari aggregati presenti. Qualora non sia possibile disporre di aggregati tutti di  $PSV \geq 44$  (PSV44) si potranno adottare miscele con aggregati di natura petrografica diversa (miste), alcune con  $PSV$  comunque  $\geq 40$  (PSV40), escluse le sabbie, ed altre con  $PSV \geq 44$ , (PSV44) combinati tra loro in modo da ottenere un PSVmix calcolato  $\geq 44$ ; questo risultato si ottiene o con la presenza di materiali naturali porosi, o più semplicemente usando argilla espansa di tipo strutturale per usure drenanti e di tipo resistente per usure chiuse od altri materiali idonei. A partire dalle percentuali in peso di impiego (% inerte 1, % inerte 2, ecc.):

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

(VOLi) utilizzando le MVA e riportate anch'esse a 100%) Il PSVmix si calcola sommando il prodotto della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (compresa la sabbia) utilizzata per il relativo valore di PSV diviso per 100.

$$PSV\ mixx = \sum (PSVi \cdot VOLi) / 100$$

#### 7.1.5. AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 4 mm)

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale a 75, nel caso di impiego in strati di usura, ovvero superiore o uguale a 60 negli altri casi .

#### 7.1.6. ADDITIVI

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

- alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:  
Setaccio UNI 2 mm                      passante in peso 100%



Setaccio UNI n. 0,0125 passante in peso 85-100%

Setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70-100%

- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): NP
- palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1):  $\Delta R \& B > 5\%$

### 7.1.7. MISCELE

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato. Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

#### 7.1.7.1. Base

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
Setaccio 31,5	100
Setaccio 20	68-88
Setaccio 16	55-78
Setaccio 8	36-60
Setaccio 4	25-48
Setaccio 2	18-38
Setaccio 0,5	8-21
Setaccio 0,25	5-16
Setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 3,8%-5,2% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori Compresi tra 8 e 18 cm.

#### 7.1.7.2. Basebinder

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
Setaccio 31,5	100
Setaccio 20	78-100
Setaccio 16	66-86
Setaccio 8	42-62
Setaccio 4	30-50
Setaccio 2	20-38
Setaccio 0,5	8-21
Setaccio 0,25	5-16
Setaccio 0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,0%-5,3% (UNI EN 12697-1 e 39) e spessori compresi tra 7 e 12 cm.

#### 7.1.7.3. Binder

Apertura setacci UNI	passante totale in peso %
Setaccio 20	100
Setaccio 16	90-100



Setaccio	12,5	66-86
Setaccio	8	52-72
Setaccio	4	34-54
Setaccio	2	25-40
Setaccio	0,5	10-22
Setaccio	0,25	6-16
Setaccio	0,063	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,1% - 5,5% (UNI EN 12697 -I e 39) e spessori compresi tra 4 e 8 cm

#### 7.1.7.4. Usura

Apertura setacci UNI		passante totale in peso %	
		FUSO A	FUSO B
Setaccio	16	100	-
Setaccio	12,5	90-100	100
Setaccio	8	70-88	90-100
Setaccio	4	40-58	44-64
Setaccio	2	25-38	28-42
Setaccio	0,5	10-20	12-24
Setaccio	0,25	8-16	8-18
Setaccio	0,063	6-10	6-10

Bitume, riferito alla miscela, 4,5%-6,1% (UNI EN 12697-I e 39) e spessori compresi tra 4 e 6 cm per l'usura tipo A e 3 cm per il tipo B.

La DL si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

#### 7.1.7.5. Usura A con argilla espansa

Ai fini di realizzare tratti con elevate caratteristiche di resistenza alla "lucidatura" è possibile impiegare nella miscela di usura "A" l'inerte artificiale argilla espansa; inoltre è possibile l'impiego di tale materiale in aree dove mancano aggregati di adeguate prestazioni per la realizzazione delle miscele superficiali. L'impiego può essere abbinato ad aggregati con resistenza alla levigatezza > 40 (PSV40), valendo la regola del PSVmix. Per la realizzazione della usura A con argilla espansa valgono le stesse prescrizioni valide per l'usura tipo A con l'aggiunta delle seguenti condizioni per l'argilla espansa:

- l'argilla espansa dovrà essere di tipo resistente con pezzatura 4/10mm
- la resistenza dei granuli allo schiacciamento  $\geq 27$  daN/cm<sup>2</sup>
- l'argilla dovrà essere impiegata in percentuali comprese tra 10 e 12 % in peso sulla miscela degli aggregati

La percentuale di bitume riferita alla miscela, deve essere compresa tra 5,4% e 6,8%. Ai fini della lavorazione l'argilla espansa dovrà essere stoccata in cantiere in idonei siti per evitare che venga a contatto con pioggia o acqua in generale. L'impiego di argilla espansa può essere esteso anche al binder con le stesse caratteristiche e modalità di impiego. L'impiego della miscela di binder alleggerita (insieme all'usura) può essere prevista nel caso si voglia ridurre il peso proprio dell'impalcato nel caso di uso sui ponti o viadotti, consentendo imbottiture, impiego di barriere più pesanti, ampliamenti ecc.

#### 7.1.8. REQUISITI DI ACCETTAZIONE

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne. Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con i seguenti parametri di prova:

10 GIU. 2018



Pressione verticale KPa	600±3	
Angolo di rotazione	1,25±0,02	
Velocità di rotazione(giri/min)	30	
Diametro provino (mm)	150	Per base e basebinder
Diametro provino (mm)	100	Per usura A,B, e binder

#### 7.1.8.1. Strato di base e basebinder

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali(N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1(iniziale),N2(medio) e N3(finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Base e basebinder			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	SF	HD	
N1	10	10	10	11-15
N2	100	100	120	3-6
N3	180	190	200	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio verifica mediante giratoria(compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10-3)	0,72-1,40	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10-3)	≥ 65	≥ 75

#### 7.1.8.2. Strato di collegamento (binder)

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. I provini dovranno essere ompattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente alla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	binder			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	SF	HD	
N1	10	10	10	11-15
N2	100	100	120	3-6
N3	180	190	200	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione

10 GIU. 2018



diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,72-1,40	0,95-1,70
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥65	≥75

#### 7.1.8.3. Strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	usura A e B			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	SF	HD	
N1	10	10	10	11-15
N2	120	130	140	3-6
N3	210	220	230	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Miscele con bitume TQ	Miscele con bitume SF e HD
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,72-1,40	0,95-1,70
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥65	≥75

#### 7.1.8.4. Controllo dei requisiti di accettazione

Le seguenti attività di controllo, di tipo prescrittivo, si applicano sempre ai lavori di **Manutenzione Ordinaria (MO)**, eventualmente ai lavori di **Manutenzione Straordinaria (MS)** e **Nuove Costruzioni (NC)** secondo quanto indicato nell'art 1.1.

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta accettata dalla DL la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato per il passante maggiore o

uguale al 2mm:

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

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

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

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

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

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice;
- Sui prelievi di conglomerato andranno inoltre realizzati provini giratoria per in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi (art. 7.1.8);

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma UNI EN 58 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in tonnellate) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

Ai fini dell'applicazione della penale dovranno essere rispettate le caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 6 tabelle 6.A e 6.B relativamente alla Penetrazione, Palla e Anello e Viscosità a 160°C sul bitume prelevato in impianto, con una tolleranza del 10% sui range (ad es. se la penetrazione prevista è 50-70 dmm le soglie per la penale sono 50-0,1\*50=45dmm e 70+0,1\*70=77dmm).

Sempre ai fini della applicazione della penale dovranno essere rispettate le soglie delle percentuali del bitume di cui agli art. 7.1.7 e art. 7.1.8 sempre con una tolleranza del 10%.

La DL potrà applicare la penale anche nel caso una sola delle quattro grandezze di cui sopra risulti fuori dai range descritti. E' facoltà della DL ritenere comunque accettabili le lavorazioni così come eseguite.

Calcolo della penale: qualora una o più delle grandezze di cui sopra non risulti nei range descritti verrà detratta del 15% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$CM(\text{metri cubi}) = Q / (2,3 \times 0,045)$$

$$D(\text{euro}) = 0,15 \times CM \times PS$$

D è la cifra da detrarre e PS è il prezzo (€/mc) di aggiudicazione dei lavori del conglomerato realizzato con il bitume in oggetto.

Nel caso lo stesso bitume sia utilizzato per più tipologie di conglomerato si utilizzerà il conglomerato con il prezzo più alto.

Nel caso in cui non si riesca a risalire alla quantità Q di bitume oppure il parametro da penalizzare (fuori tolleranza) sia la percentuale del bitume si considererà Q = 20ton.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

Ai fini della valutazione della qualità e della posa in opera del conglomerato la DL può disporre l'esecuzione di carotaggi (effettuati entro 6 mesi dalla fine della lavorazione).



10 GIU. 2016



I carotaggi verranno utilizzati o per la taratura di eventuali misure ad Alto Rendimento con Radar penetrometrico o come misura diretta da cui scaturiscono le eventuali penali di cui all'art. 10.5.1..

I carotaggi, indicativamente 3 carote/km per corsia, scelte in modo casuale nel caso di uso diretto di misura degli spessori, dovranno avere diametro compreso tra 100 e 200 mm. Dovranno essere individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto con particolare riferimento ai conglomerati bituminosi.

Nel caso dell'uso per taratura dei radar penetrometrici, i carotaggi saranno fatti dopo il passaggio delle macchine nei punti più adatti allo scopo (segnale radar meglio definito).

#### **7.1.8.5. Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele**

Per ogni lavorazione descritta nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i mezzi più adatti per eseguire un buon costipamento. A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione dei diversi strati presenti in opera la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare nei limiti della tabella seguente

Lavorazioni	% dei vuoti (VM: UNI EN 12697-8)	
	Min.	Max.
Base	3	9
Basebinder	3	9
Binder	3	8
Usure A e B	3	8

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

#### **7.1.8.6 Formazione e confezione delle miscele**

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà 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.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La DL potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

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

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

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

10 GIU. 2016



#### **7.1.8.7. Posa in opera**

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

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

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 55% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

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

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

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

L'impianto di confezionamento del conglomerato dovrà essere collocato di norma entro un raggio di 70 chilometri dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140°C per conglomerati con bitumi normali.

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

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 t. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese. Per lo strato di base a discrezione della DL potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 10.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne

10 GIU. 2016



l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa o bitume preferibilmente modificato in ragione di 0,6 l, 2 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di risanamento superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano di attacco è d'obbligo. Tra i vari strati deve comunque essere sempre prevista la mano di attacco.

#### 7.1.8.8. Conglomerato bituminoso riciclato (fresato)-modalità di reimpiego

In caso di utilizzo di materiale fresato, la classificazione del materiale andrà fatta secondo la UNI EN 13108/8.

I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito "fresati", sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, per piazzole di sosta, rampe di conversione o d'uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d'emergenza, aree di parcheggio, d'atterraggio elicotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni.

L'impiego del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal TU Ambientale 152/06. In particolare, la messa in riserva e l'impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all'esecuzione del "test di cessione" sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente n° 72 del 5 febbraio 1998 (Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del DL n° 22 del 5 febbraio 1997).

I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata. La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva.

Ai fini del massimo reimpiego nelle miscele a caldo di conglomerati bituminosi fresati, si danno qui di seguito le indicazioni necessarie al corretto utilizzo.

Per gli strati di base basebinder e binder si possono usare fresati di qualsiasi provenienza, mentre per le miscele da impiegare negli strati di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura drenanti o meno. Tutto il fresato prima dell'impiego va "vagliato" al 30 mm, per gli strati di base e basebinder, e al 20 mm per gli strati di binder e usura; ciò al fine di evitare di comprendere elementi grossolani e per ridurre la "variabilità" della miscela.

L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (1 - 5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati come indicato all'art 6.3 e vanno impiegati in particolari zone (es. zone ad elevato traffico) e sempre su indicazione della DL.

In caso di impiego di fresato le percentuali minime di bitume totale salgono di 0,2% per tutte le miscele (vedi punti 7.1.7 e 7.1.8) considerando nella miscela totale anche il bitume contenuto nel fresato. Il controllo della percentuale di fresato da parte della DL potrà essere effettuato direttamente in impianto.

Ai fini del reimpiego (in base alla disponibilità e alla tipologia dell'impianto) è possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

	% di impiego di fresato														
	Usura a			Usura b			Binder			Basebinder			Base		
Tipologia bitume	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD
% di fresato	≤10	≤15	≤15	≤10	≤15	≤15	≤15	≤25	≤20	≤15	≤25	≤20	≤15	≤30	≤25
% di ACF sul bitume	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,2 0,4	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5



## 7.2. CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA DRENANTE E DRENANTE ALLEGGERITO CON ARGILLA ESPANSA

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, possibilmente di origine effusiva, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato. Queste miscele possono essere previste per tutte le tipologie di lavorazione, **Manutenzione Ordinaria (MO)**, **Manutenzione Straordinaria (MS)** e **Nuove Costruzioni (NC)**.

Dovranno essere impiegate prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilo-clotoide, rettilo-curva)
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbente) Gli aggregati dovranno essere stoccati in appositi siti, ben separati fra le varie pezzature e in zone prive di ristagni d'acqua o di terreni argillosi. I leganti bituminosi devono essere stoccati in idonee cisterne con controllo delle temperature. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate all'art. 2.

### 7.2.1. AGGREGATI

Gli aggregati devono essere costituiti da aggregati naturali (preferibilmente di natura basaltica) o in percentuali ridotte da aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego.

E' facoltà di Anas Spa accettare l' impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti, in questo caso, fermo restando tutti gli altri requisiti, la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 40%.

Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso)  $\geq 80\%$ ; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda.

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore con i seguenti requisiti:

- resistenza alla levigatezza (UNI EN 1097-8) uguale a 44 (PSV44);
- perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) non superiore al 20% in
- peso;
- resistenza al gelo e disgelo (UNI EN 1367-1)  $\leq 1$ ;
- coefficiente di appiattimento inferiore o uguale al 15% (UNI EN 933-3);
- percentuale di superfici frantumate (UNI EN 933-5) uguale a 80%.

Per gli aggregati fini in particolare;

- l'equivalente in sabbia, di una eventuale miscela delle sabbie da frantumazione, determinato secondo la prova (UNI EN 933-8) dovrà essere superiore a 75;
- passante al setaccio 0,063 (UNI EN 933-1)  $< 18$ .

Gli additivi dovranno rispettare i seguenti requisiti;

- passante al setaccio 2 mm (UNI EN 933-10) uguale al 100%;
- passante al setaccio 0,125 (UNI EN 933-10) compreso tra 85 e 100%;
- passante al setaccio 0,063 (UNI EN 933-10) compreso tra 70 e 100%;
- indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) N.P.;
- palla e anello (filler/bitume=1,5) (UNI EN 13179-1)  $\Delta R \& B > 5\%$ .

Nel caso si adottino miscele con aggregati di natura petrografica diversa (miste) è possibile l'impiego di aggregati con PSV  $\geq 44$  (PSV44) va calcolato il PSVmix che deve risultare  $\geq 44$ .

L'impiego di fibre per il rinforzo strutturale delle miscele avverrà con quantità comprese tra 0,05 e 0,5% (art.6.5) in peso sugli aggregati a seconda del tipo di fibra impiegata e comunque secondo le quantità e le modalità indicate sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati, oppure su quelle preventivamente eseguite dal CSS.

### 7.2.2. MISCELA

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

10 GIU. 2016



## USURA DRENANTE

(sp. 4-6 cm)

## DRENANTE CON ARGILLA ESPANSA

(sp. 3-4 cm)

setacci UNI	passante totale % in peso	
setaccio 20	100	
setaccio 14	90-100	100
setaccio 12,5	-	94-100
setaccio 10	-	75-85
setaccio 8	12-35	-
setaccio 6,3	-	20-32
setaccio 4	7-18	8-14
setaccio 2	6-12	6-12
setaccio 0,5	5-11	5-11
setaccio 25	5-10	5-10
setaccio 0,063	4-8	4-8

Bitume, riferito alla miscela, 4,8%-5,8% per usura drenante (UNI EN 12697-1 e 39) e 5,3%-6,3% per usura drenante con argilla espansa

Per la realizzazione del drenante alleggerito con argilla espansa valgono le seguenti indicazioni:

- L'argilla espansa dovrà essere di tipo strutturale con pezzatura 6/14
- Resistenza dei granuli allo schiacciamento  $\geq 43$  daN/cm<sup>2</sup>
- L'argilla dovrà essere impiegata in percentuali in peso comprese tra 10 e 12 %

Ai fini della lavorazione l'argilla espansa dovrà essere stoccata in cantiere in idonei siti per evitare che venga a contatto con pioggia o acqua in generale. L'impiego dell'argilla espansa è possibile in aree dove il costo degli aggregati naturali delle dovute caratteristiche risulta elevato per ragioni di reperibilità; inoltre aumenta le performance di durata in relazione alla lucidatura.

Entrambi i fusi favoriscono una elevata fonoassorbenza.

La DL al fine di verificare l'elevata fonoassorbenza, si riserva la facoltà di controllare mediante rilievi effettuati in sito con il metodo dell'impulso riflesso sempre effettuato dopo il 15° giorno della stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori di  $\alpha$  dovranno essere:

Frequenza (Hz)	coeff.fonoassorbimento
400/630	$\alpha > 0,25$
800/1250	$\alpha > 0,50$
1600/2500	$\alpha > 0,25$

### 7.2.3. REQUISITI DI ACCETTAZIONE

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Usura Drenante	Drenante alleggerita	% vuoti
N1	10	10	$\geq 28$
N2	50	50	$\geq 22$
N3	130	130	$\geq 20$

10 GIU. 2016



Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compatta a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Usura drenante	Drenaggio alleggerito
Rt (GPa x 10-3)	0,34-0,58	0,32-0,54
CTI (GPa x 10-3)	≥20	≥18

#### 7.2.4. CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Per quanto non specificatamente previsto valgono le stesse prescrizioni, compresa l'applicazione di penale, indicate per i conglomerati tradizionali (art. 7.1.8.4), inoltre il tempo minimo di miscelazione effettiva, non dovrà essere inferiore a 30 secondi.

#### 7.2.5. CONTROLLO SULLA QUALITÀ DELLA COMPATTAZIONE DELLE MISCELE

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare indicativamente nei limiti della tabella seguente

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Drenante	16	27
Drenante con argilla espansa	15	26

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

#### 7.2.6. FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà 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.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La DL potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

#### 7.2.7. POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 7.1.8.7.), ad eccezione della temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra i 150°C e 180°C per le miscele ottenute con legante bituminoso con modifica tipo hard. La compattazione dovrà essere effettuata con rulli metallici del peso di 8+12 ton .

Il rullo deve seguire da vicino la finitrice e la compattazione deve essere condotta a termine in continuo senza interruzioni.

Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature.

Il trasporto impianto-cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali.

10 GIU. 2016



Al termine dello scarico del materiale nella finitrice i mezzi di trasporto del conglomerato non devono effettuare la pulizia del mezzo scaricando nel cavo eventuali residui di conglomerato rimasti sul camion.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco con bitume modificato HD (art 6.1.2 tabella 6.B), nella quantità compresa tra 1,0 e 1,5 kg/m<sup>2</sup> (secondo le indicazioni della DL) e, se necessario, il successivo eventuale spargimento di uno strato di filler, sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La DL indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

La stesa del conglomerato deve essere sospesa in caso le condizioni meteorologiche possano pregiudicare la riuscita del lavoro e comunque sempre in caso di pioggia o temperatura esterna <10 °C o in condizioni di piano di posa umido. La capacità drenante dovrà essere misurata mediante permeabilmetro a colonna.

I valori richiesti sono da effettuarsi entro 15gg dalla realizzazione della lavorazione (aspettando almeno 4 ore dalla fine della posa in opera).

Le misure (singole) vanno fatte ad almeno 50 cm dai bordi con frequenza di almeno 10 misure per km per ciascuna corsia.

	Usura drenante	Drenante alleggerito
Capacità drenante Lt/min	≥18	>15

### 7.3. CONGLOMERATO BITUMINOSO MULTIFUNZIONALE PER STRATI DI USURA

#### 7.3.1. DESCRIZIONE

Il conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati (possibilmente di origine effusiva), sabbie di frantumazione ed additivo, impastati a caldo con bitume modificato. Viene impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- elevata stabilità e notevole resistenza alla deformazione e all'ormaiamento;
- elevata rugosità superficiale a bassa tessitura;
- minore rumorosità;
- minore invecchiamento del legante dovuto al bassissimo tenore dei vuoti delle miscele.

Questa miscela è applicabile anche per imbottitura superficiale e può essere previsto solo per lavori di **Manutenzione Ordinaria (MO)**

#### 7.3.2. BITUME

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 6.B in quantità comprese fra 5,5% e 7,0%.

#### 7.3.3. AGGREGATI

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati negli articoli 7.1.3 e 7.1.4.4

#### 7.3.4. MISCELA

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

setacci UNI-EN		passante totale in peso %	
		Fuso A (sp. 3-5 cm)	Fuso B (sp. 2-3 cm)
Setaccio	14	100	
Setaccio	8	64-88	100
Setaccio	4	32-52	37-57
Setaccio	2	22-34	22-35
Setaccio	0,5	12-21	14-23
Setaccio	0,25	9-16	9-16
Setaccio	0,063	8-14	8-14

10 GIU. 2016



### 7.3.5. REQUISITI DI ACCETTAZIONE

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne. Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale KPa	600±3
Angolo di rotazione	1,25±0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino	100

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3)

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n°giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	N° giri	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	9-13
N2	120	2-5
N3	200	≥1

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compatta a N3) dovranno Essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente Di trazione indiretta):

Rt (GPa x 10-3)	1,0 – 1,80
CTI (GPa x 10-3)	≥85

#### 7.3.5.1. Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di cui all'art. 7.1.8.4. (comprese la relativa penale).

#### 7.3.5.2. Controllo della qualità della compattazione della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di cui all'art. 7.1.8.5. con vuoti compresi tra 3% e 8%.

#### 7.3.5.3. Formazione e confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 7.1.8.6.

#### 7.3.5.4. Posa in opera della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art.7.1.8.7) ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160°C. in ogni caso. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato anche con rulli tandem statici o vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore (comprensiva anche dei vuoti superficiali) non inferiore al 90% di quella densità giratoria (a N3) eseguiti in impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione.



10 GIU. 2016



#### 7.4. CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "DOPPIO STRATO DRENANTE" AD ALTA CAPACITA' DRENANTE E FONOASSORBENTE

##### 7.4.1. DESCRIZIONE

Il conglomerato bituminoso doppio strato drenante è costituito da due strati composti da due diverse miscele di pietrischetti frantumati (lo strato inferiore calcareo, quello superiore con inerti provenienti da rocce effusive) unite con sabbia ed additivo e impastate a caldo con bitume modificato. Le caratteristiche di questo conglomerato per il confezionamento di tappeti d'usura sono:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua in superficie;
- favorire lo smaltimento delle acque meteoriche attraverso una rete di vuoti intercomunicanti;
- elevare la fonoassorbenza abbattendo il rumore di rotolamento e limitando la produzione di rumore alle basse frequenze;
- mantenere elevati valori di drenabilità nel tempo.

##### 7.4.2. BITUME

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 6.B in quantità (in peso sulla miscela) comprese fra 4,3% e 5,0% per lo strato inferiore e 4,8% e 5,7% per lo strato superiore

##### 7.4.3. AGGREGATI

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nell'art. 7.1.3; inoltre per lo strato inferiore calcareo dovranno rispettare i requisiti presenti all'art. 7.1.4.1 e per lo strato superiore i requisiti relativi all'art. 7.1.4.4:

##### 7.4.4. MISCELE

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

###### Strato inferiore calcareo:

Setacci UNI EN	passante totale % in peso (sp. 4-6 cm)
Setaccio 20	100
Setaccio 14	80-100
Setaccio 8	20-70
Setaccio 4	12-25
Setaccio 2	10-20
Setaccio 0,5	8-14
Setaccio 0,25	7-13
Setaccio 0,063	6-12

###### Strato superiore confezionato con inerti provenienti da rocce effusive con PSV>44

Setacci UNI EN	passante totale in peso % (sp. 2-3 cm)
Setaccio 8	100
Setaccio 6,3	65-90
Setaccio 4	13-25
Setaccio 2	10-18
Setaccio 0,5	8-14
Setaccio 0,25	7-13
Setaccio 0,063	6-12

Le prestazioni in termini di capacità drenante della miscela (doppio strato), misurata con permea metro standard ad un mese dalla messa in opera, dovrà risultare >25 lt/min.

La DL, al fine di verificare l'elevata fono assorbenza, si riserva la facoltà di controllare mediante rilievi effettuati in

sito con il metodo dell'impulso riflesso sempre effettuato dopo il 15° giorno della stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 30° i valori dovranno essere:

frequenza(Hz)	coeff.fonoassorbimento
400/630	$\alpha > 0.25$
800/1250	$\alpha > 0.50$
1600/2500	$\alpha > 0.25$



#### 7.4.5. REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	600±3
Angolo di rotazione	1.25±0.02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	100

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n. giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale).

Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	Strato inferiore	Strato superiore	% vuoti
N1	10	10	≥28
N2	50	50	≥22
N3	130	130	≥20

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25°C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	Strato inferiore	Strato superiore
Rt (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,34 – 0,58	0,36-0,60
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 20	≥ 22

##### 7.4.5.1. Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali indicate all'art. 7.1.8.4.

##### 7.4.5.2. Confezione delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 7.1.8.6.

##### 7.4.5.3. Posa in opera delle miscele

La sovrapposizione del secondo strato dovrà essere eseguita entro le 24 ore successive alla stesa del 1° strato. Inoltre la temperatura alla stesa del conglomerato di entrambi gli strati non dovrà essere inferiore a 160 °C e la temperatura degli impasti non dovrà essere superiore a 180 °C.

## 7.5. USURA ANTISDRUCCIOLO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)

### Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchio SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali.

Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per la più semplice manutenzione. E' composto da una curva abbastanza discontinua i cui vuoti vengono però riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è stato studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia,
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante,
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.



### Inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchio SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR - BU n 139/1992.

### Aggregato grosso (frazione $\geq 4$ mm)

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato		= 100 %
- perdita in peso Los Angeles LA	(CNR - BU n 34/1973)	< 18 %
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA	(CNR - BU n 140/1992)	> 0,45
- coefficiente di forma "Ci"	(CNR - BU n 95/1984)	< 3
- coefficiente di appiattimento "Ca"	(CNR - BU n 95/1984)	< 1,58
- sensibilità al gelo	(CNR - BU n 80/1980)	< 20 %
- spogliamento in acqua a 40 °C	(CNR - BU n 138/1992)	= 0 %

### Aggregato fino (frazione < 4 mm)

L'aggregato fino; sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso Los Angeles LA	(CNR BU n 34/1973 - Prova 0)	< 25 %
- equivalente in sabbia ES	(CNR - BU n 027/1972)	> 70 %

### Filler (additivo minerale)

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

- alla prova CNR - BU n 139/92 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio Uni	n 0,18 passante in peso a secco	100 %
	n 0,075 passante in peso a secco	80 %

- più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,075, deve passare a tale setaccio anche a secco.
- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

### Fibre minerali

Fibre minerali stabilizzanti costituite da microfibre di cellulosa, vetro o acriliche, possono essere inserite in ragione dello 0,20-0,30.% rispetto al peso degli inerti.

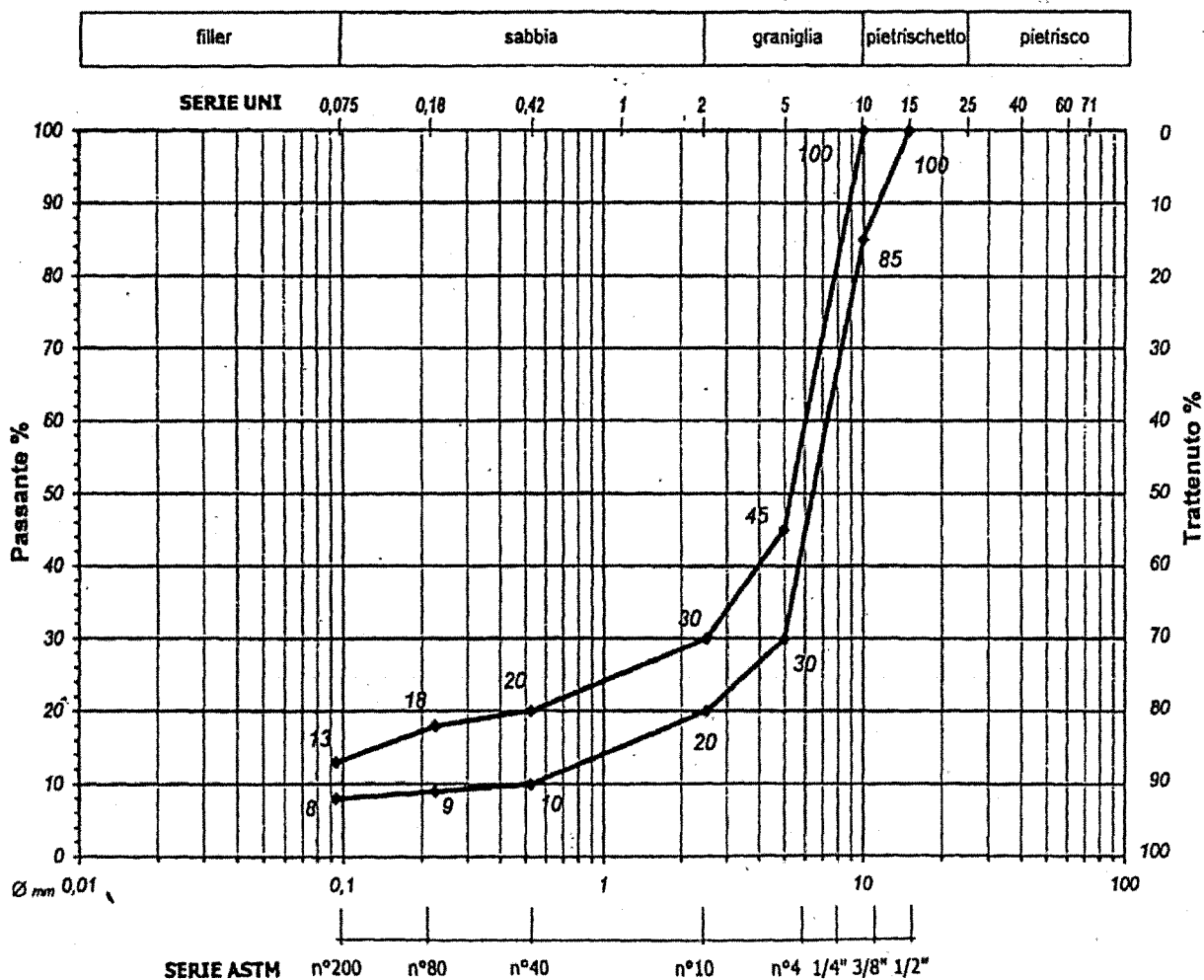
### Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei limiti granulometrici del fuso di tab. 05.

Composizione granulometrica indicativa per USURA ANTISDRUCCIOLO SMA 0/10

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 15	100
10	85- 100
5	30-45
setaccio 2	20 - 30
0,4	10-20
0,18	9-18
0,075	8-13

### CONGLOMERATO DI USURA ANTISDRUCCIOLO S.M.A. (SPLITTMASTIX ASPHALT)



### Legante

H legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucchiolo SMA, sarà bitumemodificato scelto tra quelli previsti in tab.1; si suggerisce di utilizzare un bitume 50/70 di classe 3 o classe 4. Il tenore di bitume, sarà compreso tra il 5,5 - 7,5 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

### Rapporto filler / bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

### Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucchiolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3 - 4 cm.

### Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura antisdrucchiolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti nella tabella seguente.

Requisiti del conglomerato per USURA ANTISDRUCCHIOLO (SMA)	Unità di misura	Valori.	Norma di rif.
stabilità Marshall eseguita a 600C (75 colpi/faccia)	kg	>1000	CNR – BU n. 30/73
rigidezza Marshall	Kg/mm	>350	CNR – BU n. 30/73
massa vol.delle carote indist. rispetto provini Marshall		>97	CNR – BU n. 40/73
percentuale di vuoti residui	%	2 – 4	CNR – BU n. 39/73
resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 250C	Kg/mq	>6	CNR – BU n. 134/91
coefficiente cii aderenza trasversale (15-90 go.)	CAT	>0.55	CNR – BU n. 147/92
macrorugosità superficiale (15-180 99.)	HS	>0.60	CNR – BU n. 94/83
impronta con punzone da mmq 500	mm	<2	CNR – BU n. 136/91

### Controllo dei requisiti di accettazione

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri - Per le percentuali di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quello progettuale superiore a  $\pm 0,3\%$ . Tali va/ori dovranno essere soddisfatti dall'esame del/e miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

### Confezione e posa in opera delle miscele

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibro finitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato solo con rulli lisci di idoneo peso (8-10 t) e caratteristiche tecnologiche avanzata in modo da assicurare il raggiungimento di una densità pari al 97% della densità Marshall.



### Preparazione delle superficie stradale

Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchiolo SMA (splittmastix asphalt), è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di  $\text{kg } 1.0 \pm 0.2$  al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/12 mm, in quantità di circa 6-8 litri/mq. In casi particolari o quando la D.L. o ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco, utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dalla tab.2, effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di  $\text{kg } 1.5 \pm 0.2$  al mq e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata, dovrà essere asportato mediante impiego di moto spazzatrice.

### **7.6. IMPIEGO DI SPECIALI ADDITIVI ANTIGHIACCIO**

Ai fini di implementare i normali trattamenti con i cloruri per la gestione neve, la committente tramite le DL e il Centro Sperimentale di Cesano, potrà approvare test di additivi da inserire nelle miscele superficiali delle pavimentazioni relative all'art. 7, ed anche nei trattamenti superficiali (art 9.3), in forma di additivo nel bitume, o direttamente spruzzati sopra il manto, da effettuarsi mediante la realizzazione di tratti sperimentali.

In questo caso l'impresa dovrà fornire anticipatamente studi comprovanti le potenzialità dei prodotti, e campioni da sottoporre test presso laboratori di fiducia o il Centro Sperimentale Stradale.



## **ART.8 CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO O IN IMPIANTO**



### **8.1. RIGENERAZIONE A CALDO IN SITO DI BINDER E USURA**

La rigenerazione in sito delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata mediante attrezzature costituite da macchine idonee alla rimozione del manto stradale, preceduta o no dal riscaldamento dello stesso, con la possibilità di aggiungere materiali freschi e nuovo legante, di omogeneizzare la miscela, rimescolandola con il materiale preesistente, di stendere e compattare il conglomerato ottenuto.

#### **8.1.1. MATERIALI INERTI**

Nei lavori dove è prevista l'aggiunta di inerte fresco questi dovranno rispettare le stesse prescrizioni di cui all'art. 7.1.4.

#### **8.1.2. LEGANTE**

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale da riciclare integrato da bitume fresco o bitume fresco additivato con ACF, in modo da ottenere viscosità e adesione tali da garantire le caratteristiche prescritte nel punto 8.1.3. che segue. Il bitume fresco sarà normalmente del tipo 80/100 con le caratteristiche descritte nella tabella 6.A.

#### **8.1.3. MISCELA**

La miscela di materiale da riciclare ed eventuali inerti freschi sarà tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che si vuol costituire (binder o usura) così come previsto nelle specifiche Norme Tecniche per il materiale fresco e le stesse caratteristiche tecniche richieste.

#### **8.1.4. CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Valgono le stesse prescrizioni dei conglomerati tradizionali art. 7.1.8.

#### **8.1.5. FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE**

L'eventuale riscaldamento del manto stradale deve riguardare l'intero strato interessato dall'intervento.

La rimozione dello strato deve essere effettuata con idonee attrezzature in modo tale da non alterare, oltre certi limiti definiti dalla DL, la granulometria degli inerti della miscela in opera.

L'aggiunta di legante nuovo con eventuali rigeneranti (ACF) opportunamente omogeneizzati dovrà essere effettuata mediante attrezzature in grado di fornire quantità variabili misurabili.

Tali attrezzature dovranno essere corredate da dispositivi per il controllo visivo delle quantità di legante immesso e dovranno essere tarate in modo che l'immissione dello stesso sia direttamente dipendente dalla velocità di avanzamento della macchina.

Il rimescolamento dei materiali freschi e dei materiali presenti dovrà essere effettuato con idoneo mescolatore in grado di assicurare una sufficiente omogeneizzazione del conglomerato.

#### **8.1.6. POSA IN OPERA DELLA MISCELA**

La stesa dovrà essere realizzata con idonea piastra finitrice, munita di opportuni sistemi di riscaldamento. Si precisa che la temperatura del manto rigenerato subito dietro la piastra non dovrà essere inferiore a 130°C in tutto il suo spessore.

L'addensamento dello strato rigenerato verrà realizzato con idonei rulli gommati fino al raggiungimento della densità percentuale che verrà di volta in volta definita dalla DL e che comunque non potrà essere inferiore al 98% di quella rilevata nello strato preesistente. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 ton per le operazioni di finitura di giunti e riprese.

I giunti longitudinali dovranno essere preventivamente ed opportunamente riscaldati in modo che non si danneggi la fascia indisturbata della pavimentazione a margine e successivamente emulsionati nelle fasce a contatto con la zona

rigenerata (deroghe da questi comportamenti dovute a particolarità speciali di macchine riciclatrici dovranno essere preventivamente approvate dalla DL).

A lavoro ultimato il manto rigenerato dovrà risultare perfettamente ancorato allo strato sottostante.

La superficie finita dovrà risultare perfettamente sagomata, priva di sgranature o irregolarità ed esente da difetti dovuti a fenomeni di segregazione degli elementi litoidi più grossi e di concentrazione anomala di legante.

Un'asta rettilinea di 4,0 m posta in qualunque direzione dovrà aderire alla superficie in modo uniforme.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 5 mm.

In particolare sono altresì a carico dell'Impresa per i lavori di rigenerazione i seguenti oneri per:

- gli studi delle miscele e della proposta di formulazione per la correzione d'integrazione del materiale da riciclare che dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo e approvati dalla DL prima dell'inizio delle lavorazioni;
- l'esecuzione, in corso d'opera mediante idoneo laboratorio mobile di prelievi giornalieri allo scopo di determinare le caratteristiche del materiale riciclato;
- l'eliminazione delle eccedenze di materiale a seguito delle integrazioni degli inerti;
- i materiali di risulta delle demolizioni parziali o totali delle sovrastrutture o altro ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori dovranno essere reimpiegati per la confezione di nuovi conglomerati bituminosi nelle percentuali, modalità e norme definite dalla Società Appaltante.

L'Impresa dovrà a sue spese provvedere al trasporto nei piazzali dei cantieri di confezione dove questi materiali dovranno essere stoccati in idonee aree opportunamente predisposte secondo le direttive della Direzione dei Lavori. I materiali di risulta che non saranno reimpiegati rimangono di proprietà dell'Impresa che provvederà a sua cura e spese al trasporto a discarica. Per tutte le altre caratteristiche non espressamente menzionate si richiamano le prescrizioni dell'art. 7.1.8., detrazioni comprese.

## 8.2. RIGENERAZIONE A FREDDO IN SITO O TRAMITE IMPIANTO MEDIANTE EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA

La rigenerazione in sito a freddo mediante emulsione modificata delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso viene realizzata reimpiegando materiali fresati da pavimentazioni stradali, opportunamente selezionati, legati nuovamente con emulsione, stesi e compattati.

La tecnologia viene impiegata per riciclare pacchetti di conglomerato bituminoso ammalorati in sito o già stoccati in cantiere (fresati).

La tecnologia del riciclaggio con emulsione prevede diverse modalità operative:

- in sito mediante treno di riciclaggio mobile o tramite idonee riciclatrici
- in impianto fisso o tramite impianti semoventi (su rimorchi) che hanno la possibilità di essere collocati in aree vicino al sito di stesa

Gli spessori degli strati compattati potranno variare da 12 a 20 cm.

### 8.2.1. MATERIALI INERTI

La tecnologia del riciclaggio con emulsione permette di riciclare fresati di pavimentazioni ammalorate per la formazione di strati di base e basebinder, miscelando con emulsione bituminosa modificata, cemento e acqua il fresato (in sito o in impianto idoneo) stendendo (con finitrice) e compattando il pacchetto risultante.

Per la realizzazione della miscela ai fini del raggiungimento delle necessarie caratteristiche tecniche (granulometria, resistenza, portanza) è consentita l'integrazione con aggregati frantumati di cava (frantumazione 100%) nella percentuale massima del 30%.

### 8.2.2. LEGANTE E ADDITIVI

Per legante si dovrà impiegare emulsione bituminosa acida modificata (con SBS e/o lattice) secondo le caratteristiche indicate all'art 6.2.2 tabella 6.E (sezione bitumi), in percentuali comprese tra 3,0 e 4,5% in peso sugli aggregati;

Il cemento andrà dosato in percentuali tra 0,7 e 1,5% in peso sugli aggregati.

In aggiunta all'emulsione dovrà essere impiegato cemento 325 (Portland, d'altoforno o pozzolanico).



L'acqua di aggiunta dovrà essere pura priva di sostanze organiche.

Gli additivi rigeneranti/attivanti di adesione dovranno essere sempre impiegati secondo le risultanze dello studio preliminare e seguendo anche le indicazioni dell'art.6.3 e 6.4.

### 8.2.3. MISCELA

La miscela di materiale da riciclare ed eventuali inerti freschi sarà tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto

#### Granulometria materiale post estrazione

Apertura Setacci (mm)	FUSO	
31.5	100	100
20	68	92
14	50	75
8	36	60
4	25	48
2	18	38
0.25	8	20
0.125	5	14
0.063	4	9



La granulometria è intesa del materiale post estrazione del bitume

### 8.2.4. REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne. Le miscele devono essere verificate mediante **pressa giratoria** con i seguenti parametri di prova:

Pressione verticale kPa	600±3
Angolo di rotazione	1.25±0.02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	150

Per le resistenze si dovranno realizzare provino con pressa giratoria con n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

I provini vanno maturati a 40 °C e termostati a 25 °C per 4 ore prima del test di rottura.

#### 8.2.4.1. STUDIO PRELIMINARE

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali dei leganti (cemento ed emulsione) e dell'acqua di compattazione oltre che allo stabilire l'eventuale aggiunta di aggregati di integrazione. A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (art. 8.2.4.), secondo il seguente schema.

Emulsione(%)	2.0			3.0			4.0			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela
Cemento(%)	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	
Acqua di compattaz.(%)(°)	4	5	6	4	5	6	4	5	6	
N° provini(°)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta) sempre secondo l'art. 8.2.4, in cui sono descritte anche le resistenze richieste.

### 8.2.5. CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di fresato di legante emulsione per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, a fornire la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta accettata dalla DL la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

Per la percentuale di bitume totale (vecchio più proveniente da emulsione) non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,8\%$ .

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

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica dell'emulsione da impiegare (art 8.2.2);
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita dell'impianto, mobile o fisso (art art.8.2.3);
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle resistenze diametrali (art 8.2.4).

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli sull'impianto ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

### 8.2.6. FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

A riprova della presenza e del buon uso dei sistemi di compattazione la percentuale dei vuoti (rilevabile da carotaggi) dovrà risultare  $< 9\%$ . Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione.

Il fresato deve essere vagliato (o granulato) al fine di evitare la permanenza di crostoni e materiale con dimensioni  $> 40$  mm.

Sul piano di posa della lavorazione va stesa una mano di attacco realizzata con emulsione modificata a rapida rottura (va bene anche la stessa emulsione usata per il riciclaggio) in ragione di  $0,8 - 1,5$  kg/mq comprendendo anche i cordoli verticali.

L'aggiunta obbligatoria dei rigeneranti (ACF) dovrà essere effettuata secondo le risultanze dello studio preliminare e secondo l'art 6.3, opportunamente omogeneizzati e mediante attrezzature in grado di fornire quantità variabili misurabili.

Le attrezzature impiegate dovranno essere corredate da dispositivi per il controllo visivo delle quantità di fresato emulsione, cemento, acqua e ACF immessi nella miscela.

### 8.2.7. POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La stesa dovrà essere realizzata con idonea piastra finitrice, munita di opportuni sistemi di riscaldamento. La compattazione dovrà essere effettuata con rullo monotamburo vibrante di almeno 19 ton accoppiato ad un rullo gommato di almeno 14 ton.

Per la stesa dello strato superiore si dovrà attendere il giorno successivo (o almeno 6-8 ore nel caso di esigenze operative improrogabili).

In particolare sono altresì a carico dell'Impresa i seguenti oneri per:

- gli studi delle miscele e della proposta di formulazione del materiale da riciclare che dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo e approvati dalla DL prima dell'inizio delle lavorazioni;
- l'esecuzione, in corso d'opera mediante idoneo laboratorio mobile di prelievi giornalieri allo scopo di determinare le caratteristiche del materiale riciclato;
- l'eliminazione delle eventuali eccedenze di materiale;

- i materiali di risulta delle demolizioni parziali o totali delle sovrastrutture o altro ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori dovranno essere reimpiegati per la confezione di nuovi conglomerati bituminosi nelle percentuali, modalità e norme definite dalla Società Appaltante.

L'Impresa dovrà a sue spese provvedere al trasporto nei piazzali dei cantieri di confezione dove questi materiali dovranno essere stoccati in idonee aree opportunamente predisposte secondo le direttive della Direzione dei Lavori.

I materiali di risulta che non saranno reimpiegati rimangono di proprietà dell'Impresa che provvederà a sua cura e spese al trasporto a discarica.



10 GIU. 2016

## ART:09 TRATTAMENTI SUPERFICIALI



### 9.1. RISAGOMATURA DELLE DEFORMAZIONI SUPERFICIALI MEDIANTE IMPIEGO DI MICROTAPPETI IN CONGLOMERATO

#### 9.1.1. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

In corrispondenza di fenomeni deformativi particolarmente evidenti, andrà prevista prima della realizzazione del nuovo tappeto di usura, la stesa di un microtappeto in conglomerato bituminoso a caldo, avente la funzione di risagomare il piano viabile deformato.

Le caratteristiche ed i requisiti di accettazione dei materiali inerti e dei leganti costituenti la miscela, come pure le prescrizioni per la formazione, la confezione e la posa in opera delle miscele, saranno in tutto conformi a quanto già specificato all'art. 7.1 per i conglomerati bituminosi per strati di usura, fatte salve le seguenti modifiche:

- Composizione granulometrica: individuabile con una curva continua contenuta

orientativamente entro i limiti del seguente fuso:

setaccio UNI-EN	passante totale in peso %
setaccio 8	100
setaccio 4	70-90
setaccio 2	38-58
setaccio 0.5	15-32
setaccio 0.25	8-20
setaccio 0.063	5-10

#### 9.1.2. POSA IN OPERA

La posa in opera dovrà essere eseguita a regola d'arte, con vibrofinitrici in grado di realizzare uno strato finito perfettamente sagomato, senza ondulazioni, omogeneo, liscio, privo di sgranamenti, fessurazioni o aree di segregazione.

La stesa non deve presentare aree (chiazze) di bitume o di malta bituminosa (bitume e parti fini) dovute a problemi di collaggio o segregazione nella miscela.

Per garantire la continuità tra gli strati, sul piano di posa, che deve essere asciutto, va stesa sempre una mano di attacco in quantità compresa tra 0,6 e 1,2 kg/mq di bitume o emulsione ambedue preferibilmente modificati.

I giunti trasversali e longitudinali devono presentarsi privi di fessurazioni o elementi litoidi frantumati, con le strisciate adiacenti perfettamente complanari.

In caso di stesa di due strisciate affiancate, per evitare di avere il "giunto freddo" è preferibile, se non è possibile l'impiego di due finitrici, un spaziatura temporale ridotta al minimo. La mano di attacco deve andare ad interessare (se le due strisciate sono distanti temporalmente) anche il bordo della prima strisciata.

Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto in impianto a temperature tra 145 °C e 180 °C; deve essere steso a temperatura  $\geq 140$  °C (misurata dietro finitrice).

La compattazione deve avvenire mediante rulli metallici con peso compreso tra 6 e 10 t; il rullo deve seguire da vicino la finitrice e condurre la compattazione a termine in continuo, senza interruzioni.

Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature.

Il trasporto tr l'impianto ed il cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali.

#### 9.1.3. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI (VOLUMETRICHE E MECCANICHE)

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne. Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:



Pressione verticale kPa	600±3
Angolo di rotazione	1.25±0.02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	100

### 9.1.3.1. Dati volumetrici

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia dalla miscela e dalla tipologia del legante. La verifica della percentuale dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° giri: N1 (iniziale), N2 (medio) e N3 (finale). Il numero dei giri di riferimento con le relative percentuali dei vuoti sono:

	N° giri	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	11-15
N2	100	3-6
N3	190	≥2

### 9.1.3.2. Dati meccanici

Le miscele risultanti dallo studio/verifica mediante giratoria (compattate a N3) devono essere testate a trazione diametrale a 25 °C. I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

ITS (GPax10 <sup>-3</sup> )	0.70-1.50
CTI (GPax10 <sup>-3</sup> )	≥65

Lo spessore finito risulterà essere mediamente dell'ordine del centimetro e sarà comunque il minimo compatibile in ordine alle caratteristiche granulometriche della miscela ed all'entità delle deformazioni da risagomare.

## 9.2. TRATTAMENTI DI IRRUVIDIMENTO CON SISTEMI MECCANICI

### 9.2.1. IRRUVIDIMENTO PER MIGLIORARE L'ADERENZA

L'irruvidimento della superficie della pavimentazione comunque eseguita dovrà lasciare un piano il più possibile uniforme e regolare in tutte le direzioni privo di solchi longitudinali e sgranature, in particolare ai bordi delle singole strisciate dovranno essere evitati gradini od affossamenti.

Le attrezzature impiegate dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla DL.

L'irruvidimento dovrà interessare prevalentemente solo la corsia di marcia lenta per una larghezza di 4 metri a partire dal bordo destro della riga tratteggiata bianca; per particolari situazioni stradali in essere (a discrezione della DL) tale larghezza potrà essere variata per eccesso o per difetto.

#### 9.2.1.1. Irruvidimento mediante pallinatura

Le superfici con ridotto CAT possono essere riportate a valori superiori con irruviditrici a secco denominate "pallinatrici", le quali non lasciano le superfici trattate con striature orientate in senso longitudinale o trasversale tali da non incrementare il rumore di rotolamento e non creare l'effetto rotaia.

I pallini proiettati dalla macchina vanno recuperati per aspirazione e reimpiegati previa eliminazione e stoccaggio delle particelle distaccate dai manti stradali, in modo da ottenere il massimo incremento possibile del CAT; tale incremento è in relazione al tipo di miscele presenti nel punto trattato e comunque dovrà essere superiore di almeno 5 punti CAT rispetto al valore preesistente; le misure andranno eseguite entro sessanta giorni dalla lavorazione. La fase di pallinatura dovrà essere applicata in modo omogeneo e non dovrà produrre sulla superficie del manto aree di sgranatura.

### **9.2.2. IRRUVIDIMENTO PER VARIARE LA RUMOROSITÀ**

Qualora lo scopo del trattamento fosse quello di generare una variazione del rumore di rotolamento rispetto a quello della normale pavimentazione per richiamare l'attenzione del conducente, su segnaletiche speciali o su punti singolari del tracciato, la superficie della pavimentazione dovrà essere fresata in modo da ottenere dei solchi discontinui (tratteggio) della profondità di 0,5-1 cm; ciò si otterrà con idonea attrezzatura munita di fresa a tamburo funzionante a freddo con tutti i denti della stessa lunghezza, operando con l'attrezzatura alla massima velocità di spostamento longitudinale e con la minima velocità di rotazione del tamburo cilindrico.

In questo tipo di irruvidimento l'intervento dovrà in generale interessare l'intera carreggiata.

La sua validità sarà ritenuta soddisfacente se la variazione di rumore di rotolamento all'interno di una autovettura media, sarà chiaramente avvertibile a velocità di 80 km/h o maggiori.

## **9.3. MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY - SEAL" (MACRO-SEAL)**

### **9.3.1. DESCRIZIONE**

Il microtappeto tipo "slurry-seal" è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

L'impiego di macroseal deve essere previsto al fine di ripristinare una condizione di aderenza accettabile su tappeti con CAT<45 o in particolari tratti ad elevata pericolosità (curve con raggi di curvatura piccoli, tratti in forte pendenza e/o tratte ad elevata incidentalità).

Per una sufficiente durata del macroseal (per durata si intende un mantenimento della superficie continuo senza "chiazze" o zone di espiazione della graniglia soprattutto sulla battuta dei pneumatici) è necessario avere un supporto (a meno di effettuare una rasatura) sufficientemente sano, cioè privo di lesioni, ragnatele o sfondamenti.

La malta è formata da una miscela di inerti basaltici particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

### **9.3.2. INERTI**

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (Norma UNI EN 1097-2), minore del 18% e non superiore al 16% per la massima pezzatura; inoltre resistenza alla levigatezza PSV determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 44 (UNI EN 1097-8).

In caso di impiego di altri materiali (scorie, loppe, cromiti ecc) la DL si dovrà esprimere circa la fattibilità del lavoro.

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere alla prova Los Angeles, (Norma UNI EN 1097-2), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due dovrà essere maggiore od uguale all'80% (UNI EN 933-8).

### **9.3.3. ADDITIVI**

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto 9.3.2. potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati dovranno soddisfare i requisiti richiesti al precedente punto 7.1.6.



10 GIU. 2016

### 9.3.4. MISCELE

La miscela dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di

setaccio UNI-EN	passante totale in peso % spessore 6-7 mm
-----------------	--

setaccio 8	100
setaccio 4	50-80
setaccio 2	30-55
setaccio 0.5	12-24
setaccio 0.25	8-18
setaccio 0.063	5-10

Miscela con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la DL.

### 9.3.5. MALTA BITUMINOSA

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione opportunamente formulata per l'impiego.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitume di tipo 80-100. L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla DL.

I requisiti richiesti dal bitume elastomerizzato (residuo della distillazione) dovranno essere i seguenti:

• Penetrazione a 25°C	dmm	50/65	Normativa UNI EN 1426
• Punto di rammollimento	°C	63	Normativa UNI EN 1427
• Indice di penetrazione		+1,5 - +2,5	(UNI 4163)
• Punto di rottura Fraas min	°C	-18	Normativa UNI EN 12593

Dovranno essere impiegati additivi (es. dopes) complessi ed anche, se necessario cemento, per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela. Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

### 9.3.6. COMPOSIZIONE E DOSAGGI DELLA MISCELA

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo	mm	6
Dosaggio della malta	Kg/mq	15-25
Dimensione max inerti	mm	7-8
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo, in peso sugli inerti	%	6,0-9,0

### 9.3.7. ACQUA

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

### 9.3.8. CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- serbatoio dell'emulsione bituminosa



- tramoggia degli aggregati lapidei
- tramoggia del filler
- dosatore degli aggregati lapidei
- nastro trasportatore
- spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- spruzzatore dell'acqua
- mescolatore
- stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici, tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati. In alcuni casi, a giudizio della DL, dovrà procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la DL potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione dello "Slurry-seal" a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 kg di sabbia per 1 m<sup>2</sup> di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati. Al termine delle operazioni di stesa lo "Slurry-seal" dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

Deve inoltre presentare sufficiente macrotessitura ( $HS > 0,5$ ).

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

L'apertura al traffico deve avvenire in modo graduale (tenendo bassa la velocità dei veicoli alla prima apertura) e dopo un tempo sufficiente per la completa rottura dell'emulsione.

Per la lavorazione la temperatura minima dell'aria è di 15°C ed è assolutamente vietata in caso di pioggia o di supporto bagnato o umido. La produzione o la posa in opera dello "Slurry-seal" dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C ed in caso di pioggia.



## ART.10 CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI PRESTAZIONALI



### 10.1. PREMESSE

I controlli per i requisiti di accettazione delle pavimentazioni e la valutazione delle eventuali detrazioni o penalizzazioni da applicare sono basati su controlli sempre di tipo prescrittivo per i lavori di tipo **MO**.

I controlli per i requisiti di accettazione delle pavimentazioni e la valutazione delle eventuali detrazioni o penalizzazioni da applicare sono basati su controlli sempre di tipo prestazionale per i lavori di tipo **MS** e **NC** salvo quanto indicato nell'art 1.1.

A discrezione della DL, anche nel caso di lavori tipo **MO**, potranno essere richieste verifiche prestazionali sulle caratteristiche di aderenza, tessitura, regolarità e valutazioni degli spessori, da cui potranno scaturire decisioni operative da parte della DL stessa.

I controlli dei requisiti di accettazione di tipo prescrittivo sono richiamati negli articoli precedenti che si riferiscono alle specifiche miscele e leganti da sottoporre al controllo.

Di seguito sono riportati i controlli di tipo prestazionale che valutano le caratteristiche superficiali e strutturali delle pavimentazioni.

### 10.2. ADERENZA E TESSITURA

I valori di ADERENZA E TESSITURA costituiscono il **dato prestazionale superficiale**, i valori da ottenere sono dipendenti da:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale CAT verrà misurato con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92.

La relazione tra il valore CAT qui prescritto (CAT<sub>anas</sub>) e quello definito dalla Norma CNR (CAT<sub>CNR</sub>) è la seguente:

$$CAT_{anas} = CAT_{CNR} \times 100$$

Il CAT dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento di 20 C e nei risultati si dovrà specificare la temperatura dell'aria alla quale è stata eseguita la prova.

La tessitura geometrica HS intesa come macrotessitura superficiale verrà misurata in termini di MPD ed espressa in mm con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma UNI EN ISO 13473-1; il valore di HS da confrontare con i limiti riportati in tabella risulterà

$$HS = 0.2 + 0.8 \cdot MPD$$

Gli indicatori CAT e HS dovranno essere superiori o uguali ai seguenti valori:

a) Conglomerato bituminoso per strati di usura	CAT ≥ 58 HS ≥ 0.4
b) Conglomerato bituminoso per strati di usura provvisoria (binder)	CAT ≥ 50 HS ≥ 0.3
c) Conglomerato bituminoso per strati di usura con argilla espansa	CAT ≥ 62 HS ≥ 0.4
d) Conglomerato bituminoso drenanti	CAT ≥ 53 HS ≥ 1.0
e) Conglomerato bituminoso drenanti con argilla espansa	CAT ≥ 56 HS ≥ 0.8
f) Conglomerato bituminoso multifunzionali	CAT ≥ 58 HS ≥ 0.3
g) Conglomerato bituminoso a doppio strato drenante	CAT ≥ 53 HS ≥ 1.0
h) Conglomerato bituminoso rigenerati in sito a caldo	CAT ≥ 55 HS ≥ 0.4
i) Trattamenti superficiali a freddo tipo macroseal spessore 6 mm	CAT ≥ 62 HS ≥ 0.5
j) Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	CAT ≥ 55 HS ≥ 0.3
k) Irradiazione meccanica di irruvidimento, pallinatura	CAT ≥ 5 rispetto al CAT persistente

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180°

giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi drenanti ad elevata rugosità superficiale, per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico, mentre le irradiazioni meccaniche di irruvidimento (pallinatura) andranno valutate entro il 60° giorno dall'intervento.

Le misure di CAT e HS saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da "terzi", purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS; La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante e pari a  $60 \pm 5$  km/h.

Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere; le misure di CAT e HS dovranno essere restituite con un "passo di misura" di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Prima di detta analisi i valori di CAT dovranno essere riportati alla temperatura di riferimento (20°C); l'operazione si effettuerà secondo la seguente formula correttiva elaborata dal TRRL, non sono previste invece correzioni per l'HS:

$$CAT_{20} = \frac{CAT_t}{0,548 + \frac{44,69}{(t + 80)}}$$

dove CAT<sub>20</sub> è il valore CAT riportato alla temperatura di riferimento 20°C

CAT<sub>t</sub> è il valore CAT nelle condizioni di prova

t è la temperatura dell'aria nelle condizioni di prova in °C

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

**I valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare maggiori o uguali alle prescrizioni riportate.**

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato CAT ed HS su i due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di CAT ed HS relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.

### 10.2.1. DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di CAT e/o HS del tratto omogeneo risultino più bassi dei valori prescritti; qualora i valori medi di CAT e HS risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il CAT o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 3%).

La detrazione riguarderà l'intera larghezza dello strato più superficiale per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:

a) Conglomerato bituminoso per strati di usura	CAT<40HS<0.2
b) Conglomerato bituminoso per strati di usura provvisoria(binder)	CAT<40HS<0.2
c) Conglomerato bituminoso per strati di usura con argilla espansa	CAT<43HS<0.2
d) Conglomerato bituminoso drenanti	CAT<40HS<0.7
e) Conglomerato bituminoso drenanti con argilla espansa	CAT<43HS<0.6



f) Conglomerato bituminoso multifunzionali	CAT<40HS<0.2
g) Conglomerato bituminoso a doppio strato drenante	CAT<40HS<0.7
h) Conglomerato bituminoso rigenerati in sito a caldo	CAT<40HS<0.2
i) Trattamenti superficiali a freddo tipo macroseal spessore 6 mm	CAT<50HS<0.2
j) Trattamenti superficiali a caldo (microtappeti)	CAT<50HS<0.2

Se i valori medi di CAT o HS risultano inferiori ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al di sopra dei valori inaccettabili, sempre che la lavorazione sia accettata da parte della DL, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo di aggiudicazione del lavoro.

### 10.3. REGOLARITÀ

I valori di REGOLARITÀ costituiscono il **dato prestazionale superficiale** insieme alla ADERENZA e TESSITURA.

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature ad alto rendimento dotate di profilometro laser tipo inerziale di classe I secondo ASTM E950-98(2004) e calcolata attraverso l'indice IRI (International Roughness Index) come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment.

L'indicatore IRI dovrà essere inferiore o uguale ai seguenti valori:

- $IRI \leq 1,8$  mm/m intervento su tutta la carreggiata (Su viadotti di luci ridotte, e in presenza di giunti di superficie, si possono ammettere valori di IRI fino a 2,5);
- $IRI \leq 2,0$  mm/m intervento limitato ad una parte della carreggiata;

Queste prescrizioni valgono per interventi nell'ambito delle MS ed NC, qualora si intervenga esclusivamente sugli strati superficiali con:

- Conglomerati Bituminosi tipo Usure e Binder in caso di anticipata apertura al traffico;
- Conglomerati Bituminosi tipo Drenanti e Drenanti con argilla espansa;

il valore ottenuto dopo l'intervento non dovrà essere peggiore di quello presente prima di esso; in caso di carenza di misura preventiva, il valore di IRI dovrà essere inferiore o uguale a 2,5 mm/m.

Questa richiesta presuppone che non si facciano interventi sottili su pavimentazioni fortemente irregolari, e che si intervenga preventivamente con strati, anche parziali, di regolarizzazione prima dell'intervento finale su cui andrà valutata la regolarità.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la stesa ed il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le misure saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da "terzi", purché operanti con specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS; La velocità di rilievo dovrà essere mantenuta quanto più possibile costante e non dovrà scendere sotto i 25 km/h.

Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza degli interventi realizzati da ogni singolo cantiere e dovrà essere interessata almeno una corsia; le misure di IRI dovranno essere restituite con un "passo di misura" di 10 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio; l'analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

**I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate.**

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della DL analizzare entrambe le serie e prendere in considerazione i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori, detta misurazione valuterà comunque l'intera larghezza dell'intervento.



### 10.3.1. DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di IRI del tratto omogeneo risultino più alti dei valori prescritti.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno ad un terzo dei punti percentuali per cui l'IRI differisce in aumento rispetto ai valori limite prescritti (esemplificando, se la differenza è del 18% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 6%).

La detrazione riguarderà l'intera larghezza dello strato più superficiale per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce fino al raggiungimento di una soglia appresso specificata.

IRI:

- > 3,5 mm/m (per autostrade o strade a doppia corsia per carreggiate separate)
- > 4,0 mm/m (altre statali)

Se i valori medi di IRI risultano maggiori di dette soglie, la DL anche tenendo conto dell'effettiva estensione e della distribuzione di tali tratte potrà richiedere, a completa cura e spese dell'Appaltatore, l'asportazione completa con fresa di adeguati spessori di conglomerato ed il rifacimento con eventuali imbottiture degli strati fresati per tutta la larghezza dell'intervento; la nuova superficie sarà comunque soggetta alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

### 10.4. PORTANZA

I valori di PORTANZA costituiscono il **dato prestazionale strutturale**.

La misura della portanza si ottiene valutando il bacino di deflessione effettivo della pavimentazione dovuto all'applicazione di un carico dinamico imposto da una macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer - FWD) e/o una macchina mobile ad alto rendimento con asse di misura da 12 t.

La macchina FWD da usare deve essere dotata di 9 misuratori di abbassamento (deflessione) montati in linea ad una distanza prefissata dalla piastra di carico (le distanze dal centro piastra in mm sono: 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800); le misure saranno effettuate di norma su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potrà anche essere effettuata nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.

In alternativa potrà essere usata la macchina HWD (Heavy Weight Deflectometer) dotata di almeno 7, preferibilmente 9, sensori montati con le distanze sopra indicate e con carico applicato di 400 kg.

L'attrezzatura mobile ad alto rendimento per il rilievo in velocità dovrà fornire valori di bacino (abbassamenti) almeno in corrispondenza dell'asse ruota ed a 200, 300, 900 e 1500 mm dall'asse, o almeno fornire direttamente gli indicatori IS300, IS200, e ISFOND di seguito specificati.

Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti profondi (RP come descritti nella parte IV) o per le nuove pavimentazioni (NC), è quello denominato Indice Strutturale 300 (IS300) misurato in  $m \cdot 10^{-6}$  ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD ed a 300 mm da detto centro, mentre i valori, comunque da registrare, degli altri abbassamenti potranno essere usati solo a fini di studio e non per le valutazioni contrattuali nel modo qui di seguito descritto.

Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti superficiali (RS come descritti nella parte IV), è quello denominato Indice Strutturale 200 (IS200) misurato in  $m \cdot 10^{-6}$  ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD ed a 200 mm da detto centro con le modalità di seguito specificate.

Le valutazioni si faranno di norma sulle pavimentazioni finite, ed è su questi valori che si opererà per le verifiche in termini contrattuali; altre misure, effettuate in corso d'opera sugli strati più bassi e/o intermedi, potranno essere usati dalla DL per dare indicazioni all'impresa esecutrice, che comunque sarà valutata sul risultato finale (vedi art. 5.1.7, 5.3.4, 5.4.4 e 5.5.4).

E' anche possibile verificare dal confronto tra IS300 o IS200 con ISfond la qualità raggiunta nei due settori della pavimentazione: gli strati profondi (fondazioni e sottofondi) e gli strati superiori

Le misure con FWD saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da "terzi", purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS; esse avranno una cadenza minima di una valutazione

10 GIU. 2018



ogni 20 o ogni 50 metri, in funzione dell'effettiva estensione dell'intervento, oppure su distanze minori indicate della DL. Per ogni stazione di misura si dovranno eseguire 3 ripetizioni di carico imponendo una assegnato sforzo pari a 1700 kPa, il bacino di riferimento è il bacino registrato nella terza ripetizione. Le misure si estenderanno a tutto il tratto dell'intervento.

Le verifiche consisteranno nella misura di tratti indicati dai tecnici del CSS e dall'esame dei risultati ottenuti con l'attrezzatura e le specifiche da validare.

Con le nuove apparecchiature per le misure in velocità tipo Traffic Speed Deflectometer il rilevamento del parametro strutturale avverrà in continuo ed ad alta velocità.

Per ogni tipologia di intervento definito nell'ambito delle Linee Guida indicate nella parte IV, sono state valutate le caratteristiche di portanza, e quindi i bacini di deflessione, che si ottengono sollecitando con un assegnato sforzo (1700 kPa) i materiali previsti.

Tali calcoli hanno permesso di determinare i limiti ammissibili per l'Indice Strutturale IS300 in funzione delle condizioni di prova e sono riportati nei grafici seguenti.

Le condizioni di prova sono valutate attraverso la temperatura effettiva dell'aria al momento della prova.

Le prove vanno di norma eseguite ad una determinata temperatura di riferimento dell'aria (14°), ma saranno considerate comunque valide se contenute negli intervalli di temperatura dell'aria comprese tra 10 e 20°C come rappresentato in figura, oltre tali intervalli di temperatura i dati saranno comunque registrati, ma non costituiranno condizioni vincolanti ai fine dell'accettazione.

Nel caso di lavorazioni o soluzioni progettuali diverse da quelle previste nelle Linee Guida indicate nella parte IV, prima dell'inizio dei lavori, sarà prodotto dal CSS, il diagramma di controllo specifico della tipologia di pavimentazione che si intende realizzare.

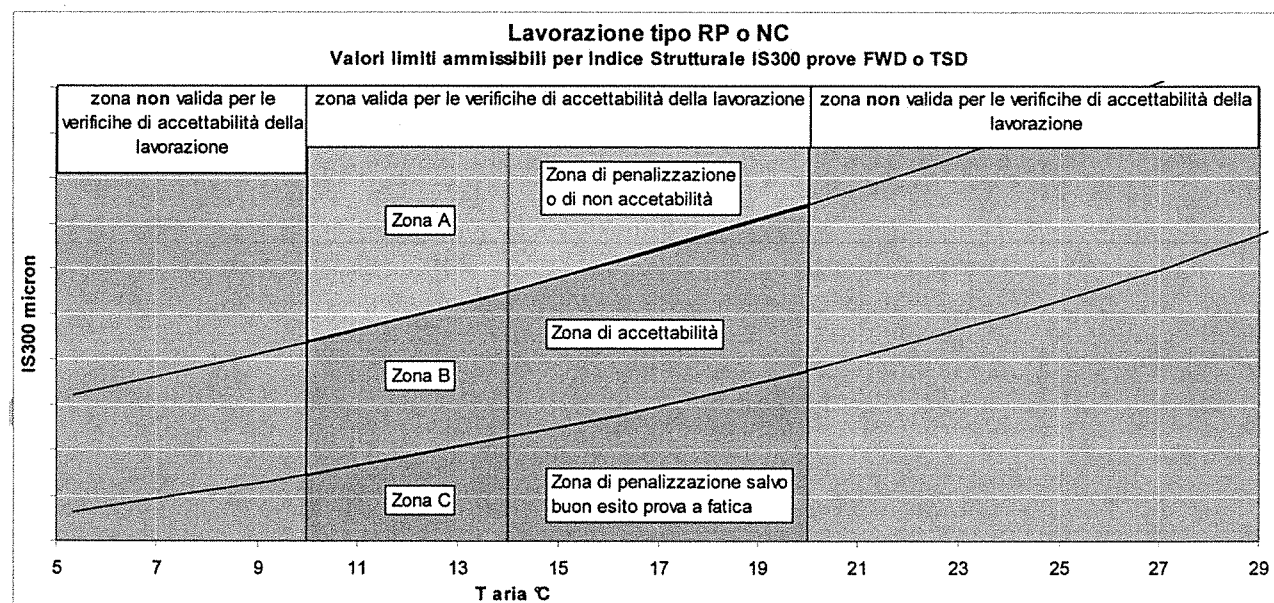
In ogni caso il progettista incaricato dall'Impresa deve fare proprie e sottoscrivere le soluzioni adottate con i rispettivi quadri di controllo anche se riporta esattamente quelle indicate nel presente Capitolato.

Anche il caso di prove FWD eseguite con un diverso valore di carico imposto richiederà un adeguamento dei diagrammi di controllo.

In caso di mancata comunicazione circa la tipologia delle pavimentazioni da realizzare od il carico imposto durante le prove FWD varranno le prescrizioni dell'intervento più somigliante tra quelli proposti nelle Linee Guida indicate nella parte IV e l'Impresa dovrà accettare l'eventuale penalizzazione che potrebbe conseguire.

Le valutazioni di portanza effettuate su strade di nuove costruzioni o su strade esistenti tengono conto delle diverse condizioni di lavorazione obiettivamente legate alla presenza o meno del traffico stradale.

Nell'ambito dei Risanamenti Profondi o delle Nuove Costruzioni per pavimentazioni in cui il complesso degli strati legati è inferiore a 30 cm la portanza sarà valutata attraverso l'indicatore strutturale IS300 valutato e rilevato con le stesse modalità ed attrezzature sopra descritte ma giudicato attraverso specifici diagrammi di controllo come di seguito descritti. Per le pavimentazioni in questione sarà fornito, a cura del CSS, sulla base degli spessori e delle tipologie degli strati di progetto, un diagramma di controllo che avrà l'aspetto come di seguito rappresentato.



10 GIU. 2016

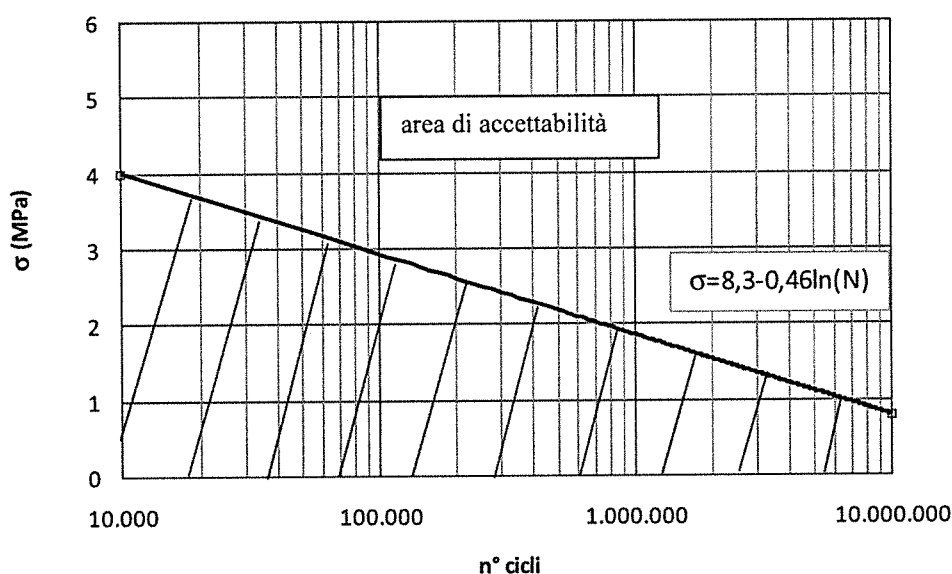


Come si evince dal grafico viene definito un fuso di accettabilità di IS300 e vengono individuate 3 zone (A, B, C) in cui l'indicatore strutturale IS300 può ricadere.

Se l'indicatore IS300 ricade nella zona A (IS300 più alto del previsto) si può ipotizzare un errore nella scelta del materiale impiegato, nel suo dosaggio o un errore di addensamento o comunque una cattiva esecuzione del lavoro, in virtù della minore rigidità degli strati di progetto, gli altri strati, non interessati dall'intervento, saranno più sollecitati ed accumuleranno molta più fatica di quanto non previsto in progetto, l'effetto di perdita di vita utile complessiva, anche per la parte relativa agli spessori di progetto, sarà importante e conseguentemente una penale, con le stesse modalità previste al punto 10.4.1, sarà applicata fino ad un limite di non accettabilità.

Se l'indicatore IS300 ricade zona B i materiali impiegati e le lavorazioni sono state eseguite correttamente ed il lavoro risulta accettabile.

Se l'indicatore IS300 ricade zona C si ha una concentrazione di sforzi maggiore di quanto previsto in progetto la D.L. potrà richiedere una verifica ulteriore del materiale eseguendo una prova di fatica sollecitando il provino a trazione indiretta secondo la metodologia semplificata di seguito descritta, le prove si eseguiranno su provini dello strato di base realizzato ottenuti da carote prelevate in sito, la frequenza e l'ubicazione dei prelievi sarà stabilita sulla base dei tronchi omogenei di IS300 ottenuti, viene richiesto



che per almeno due livelli di sollecitazione i punti ricadano sempre sopra la curva di fatica di riferimento come rappresentata nel grafico seguente altrimenti una penale pari al 2 % del prezzo di aggiudicazione dello strato di base sarà applicata; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce.

Test fatica conglomerati bituminosi- metodo secondo "trazione brasiliana" La prova di fatica sui conglomerati bituminosi ha la funzione di testare i materiali stradali per evidenziarne la durata una volta sottoposti a cicli di carico ripetuti.

I campioni da testare dovranno essere realizzati mediante pressa giratoria con 180 n° di giri, pressione di 600kPa e angolo di 1,25°, oppure provenire da carotaggi eseguiti in sito.

Le dimensioni dei campioni dovranno essere:

diametro: 150mm (+ 2mm)

altezza : 65mm (+ 3mm)

La macchina dovrà lavorare in controllo di forza e dovrà prevedere carichi con forma sinusoidale con frequenza 10hz (+ 0,1hz). La forza applicata sui provini dovrà essere sempre positiva (compressione) con carichi che "oscilleranno" sinusoidalmente all'interno del campo compreso tra 0 e 1000 daN.

La temperatura di prova è 20°C (+ 0,2)

Inoltre la macchina dovrà prevedere un sistema di caricamento del provino (valore di precarico intorno a cui deve oscillare la forza) che avvicini l'attuatore in modo automatico e/o manuale.

Dovranno essere misurate:

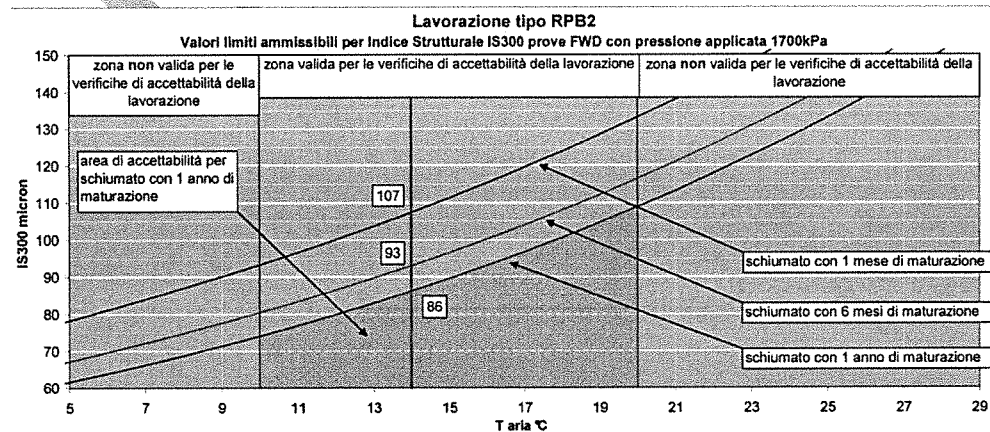
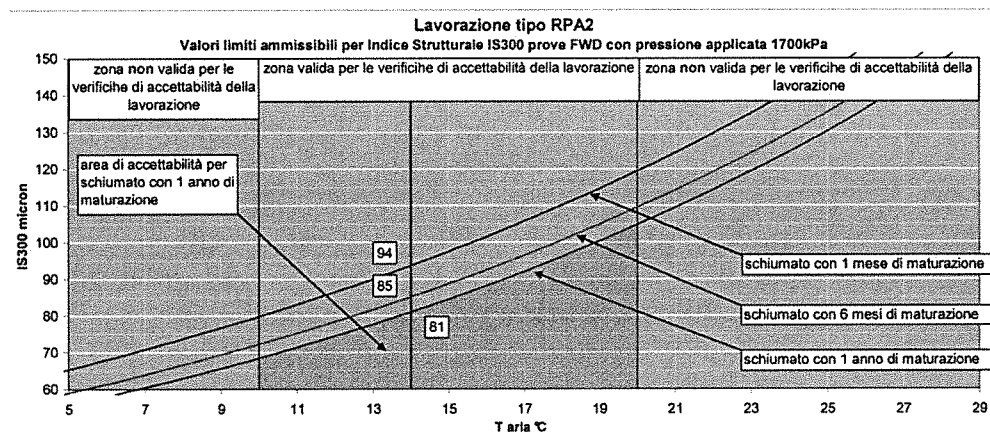
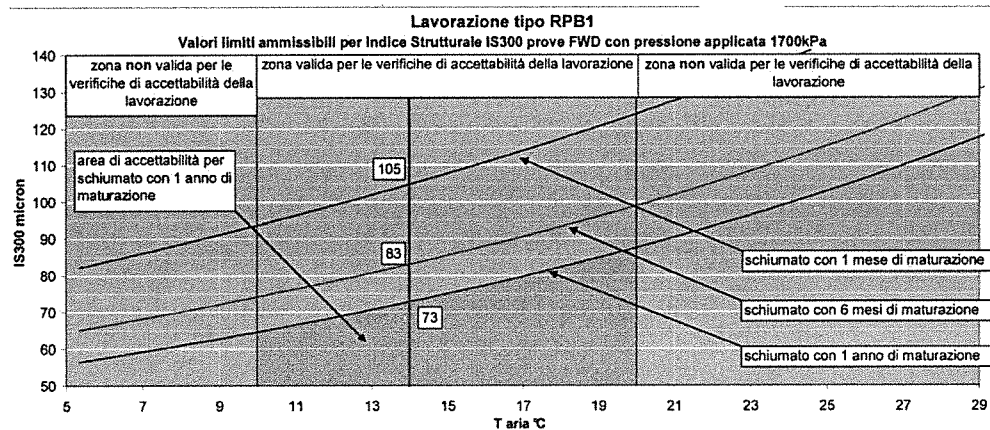
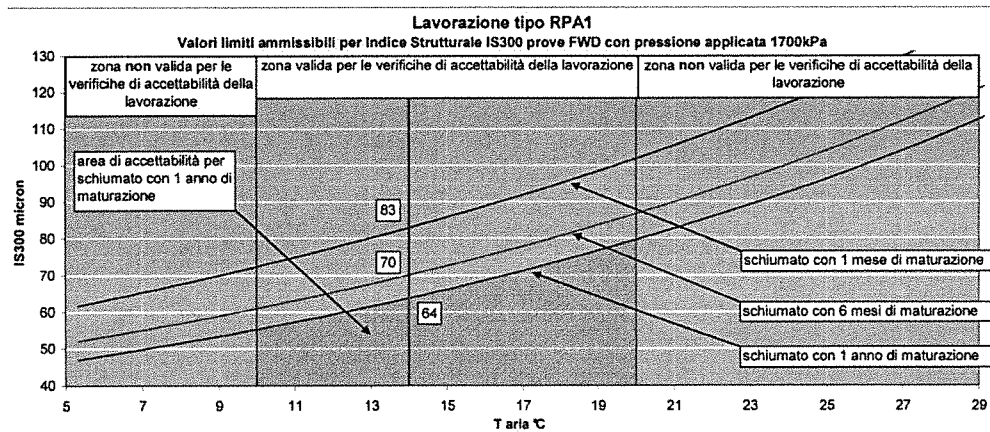
Il carico applicato (rilevato mediante cella di carico) con precisione 1 daN

La deformazione verticale con precisione di 1 mm (range di misura 0-10mm)

10 GIU. 2016

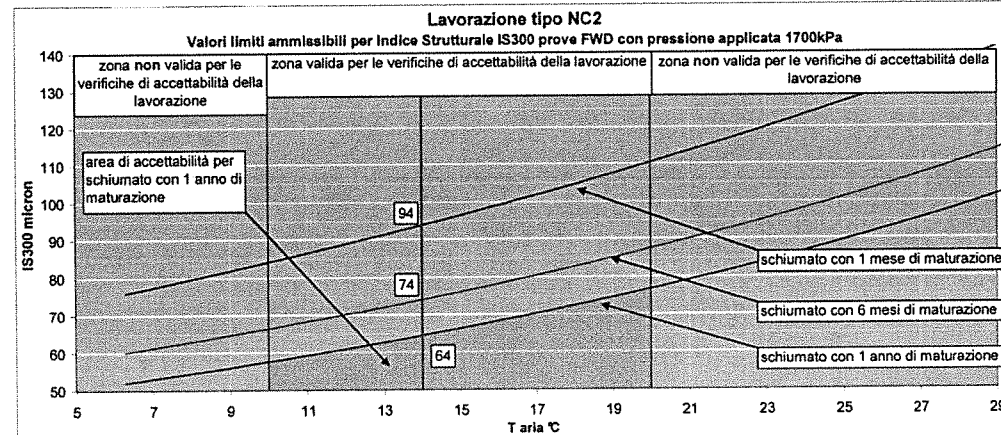
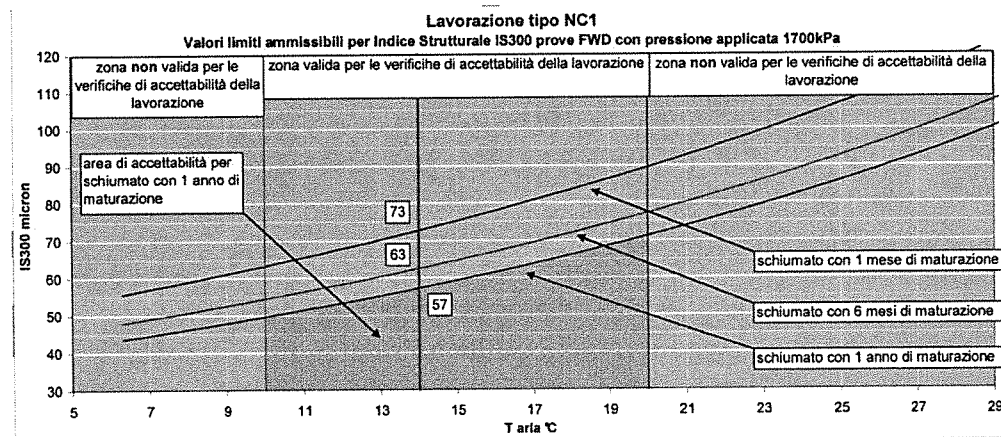
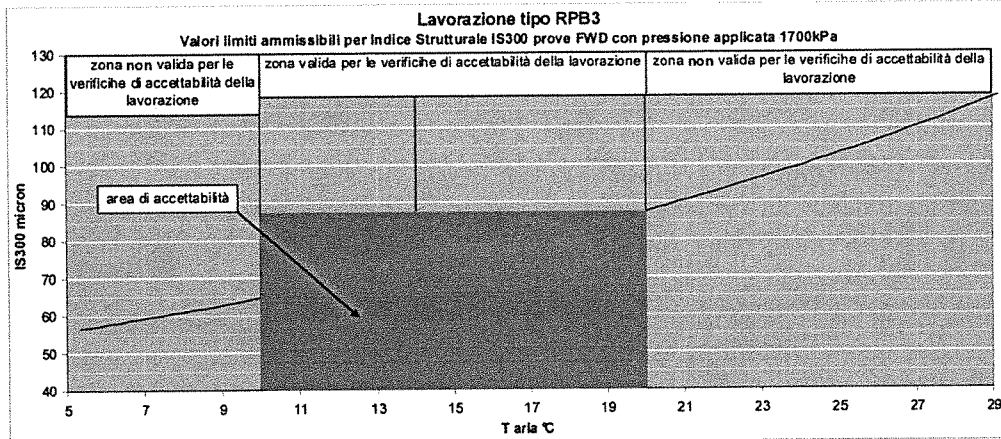
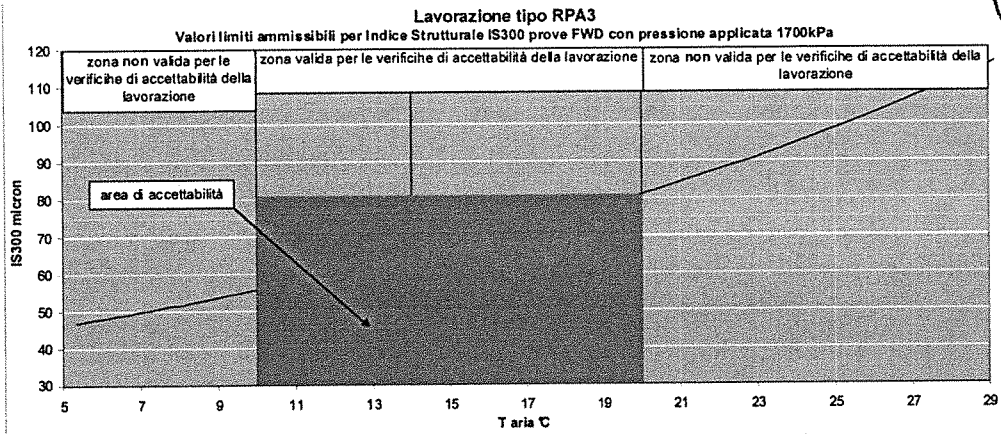


Verrà eseguito anche un controllo del modulo elastico che deve essere compreso (a 20°C) tra 6.000 e 12.000 MPa (se il provino è ricostruito in laboratorio dovrà essere ottenuto con 100 giri della pressa giratoria).



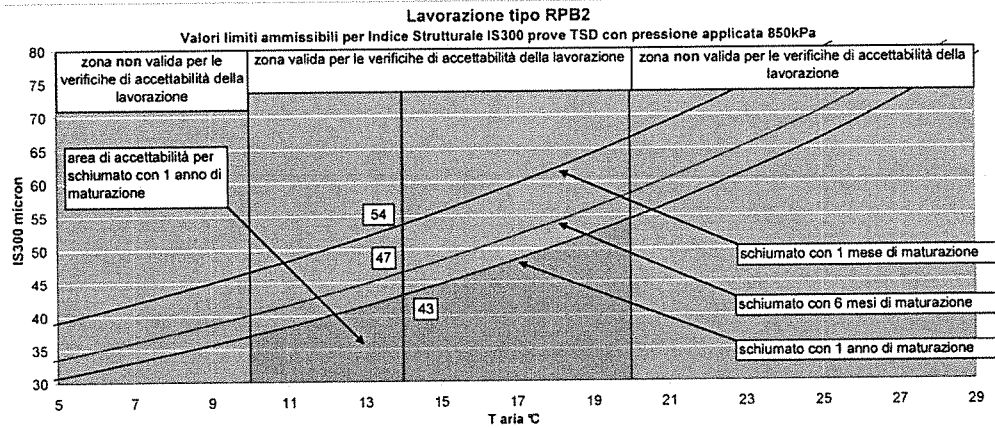
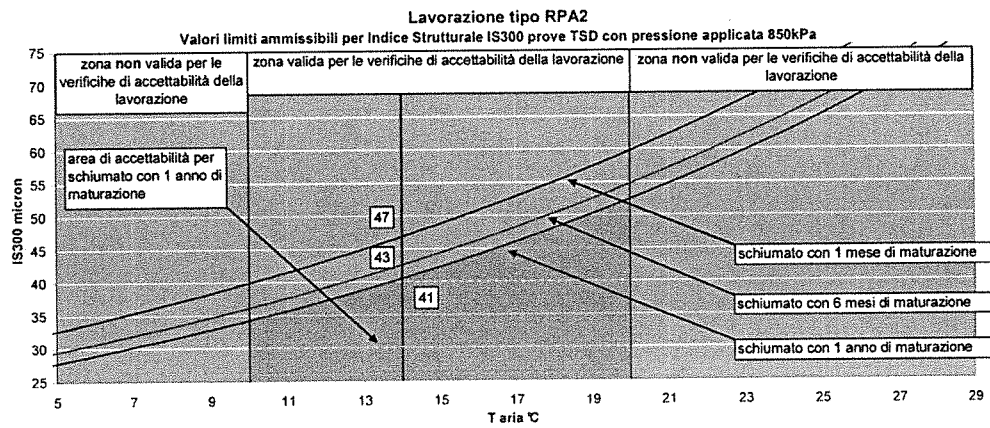
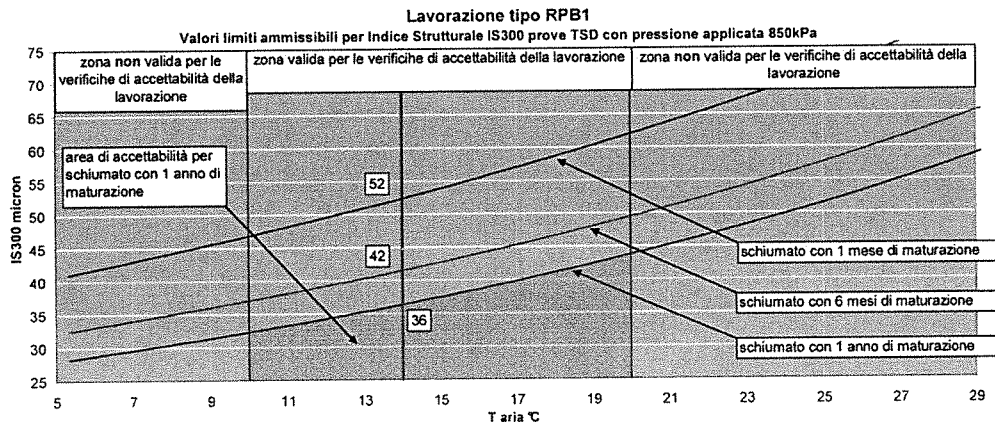
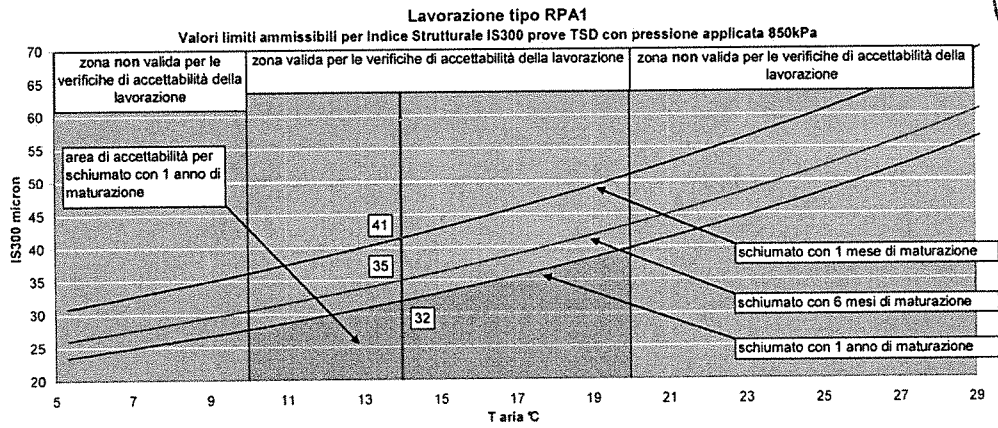
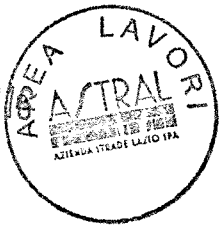


10 GIU. 2016

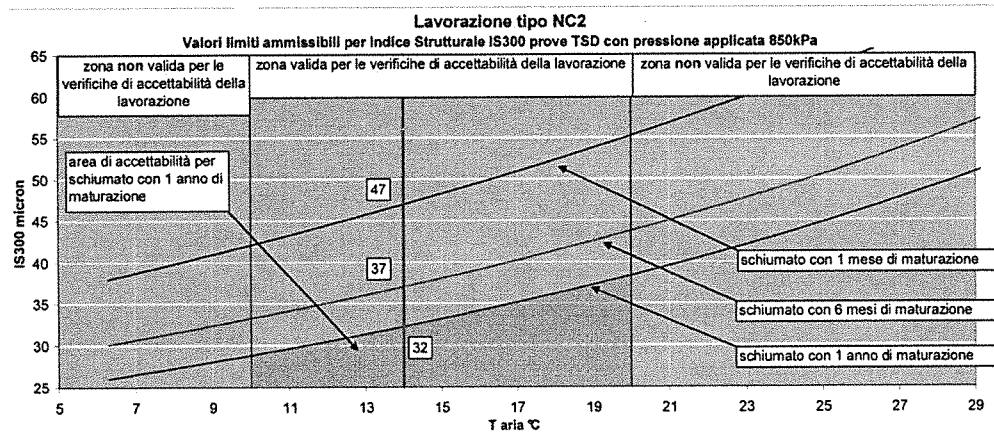
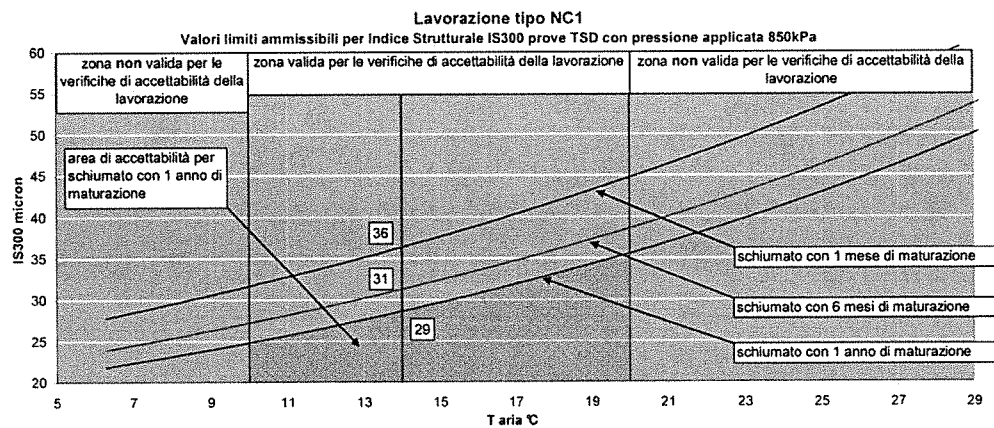
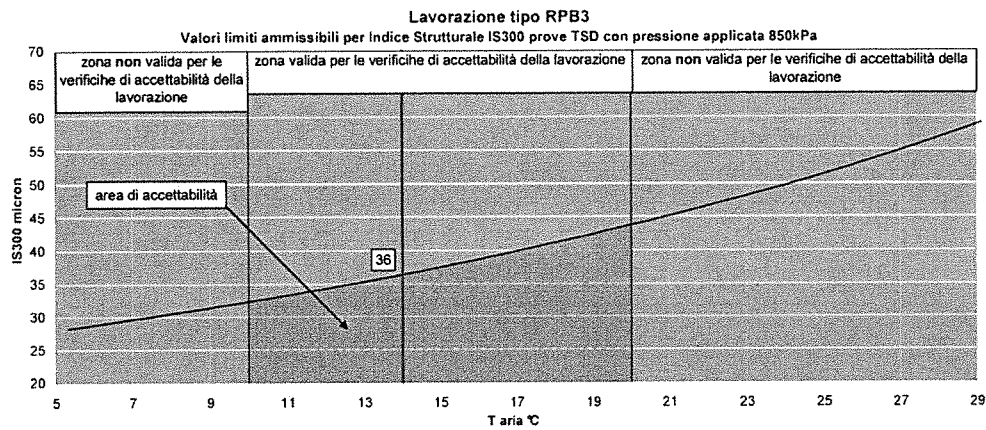
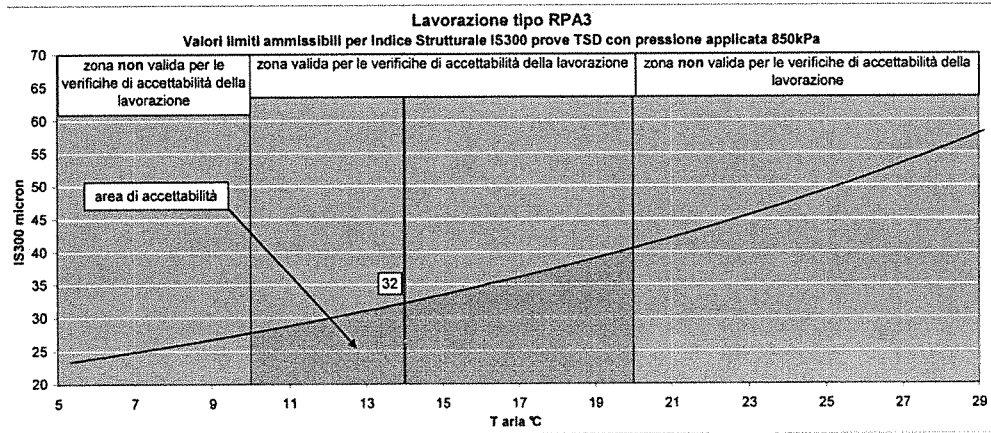




10 GIU. 200



10 GIU. 201



10 GIU. 2016



Le diverse curve presenti nei grafici riguardanti gli RP (Risanamenti Profondi) ed NC (Nuove Costruzioni) che hanno strati a legante schiumato e/o legato all'emulsione, si riferiscono ai diversi momenti di maturazione di questi materiali in cui la misura può essere eseguita (a un mese, a 6 mesi e ad 1 anno dalla stesa dell'ultimo strato); Nel caso di uso di legante cementizio le misure andranno fatte almeno 3 giorni dopo la stesa.

La misurazione di accettazione si faranno sulle pavimentazioni finite al massimo entro un anno dalla stesa dell'ultimo strato.

Nei diagrammi di accettazione che seguono, sono indicate le curve per i diversi risanamenti superficiali secondo i livelli di traffico in condizioni rispettivamente di strada con fessure pesanti (RS1) e con fessure leggere (RS2).

Per il calcolo dell'Indice Strutturale 200 (IS200) è necessario registrare anche la deflessione a 900 ed a 1500 mm dal centro piastra da cui si ottiene il fattore correttivo del sottofondo.

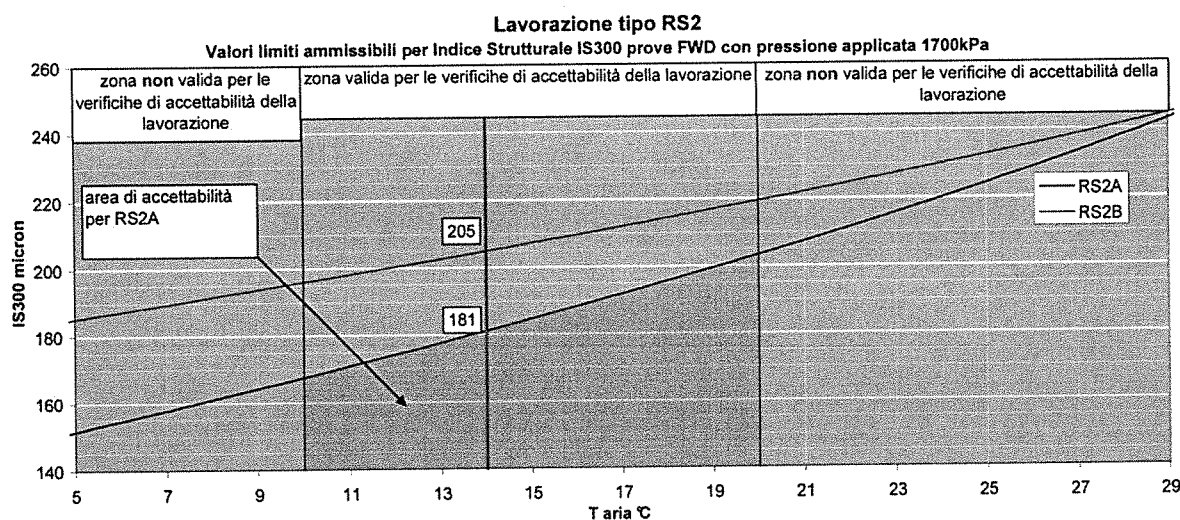
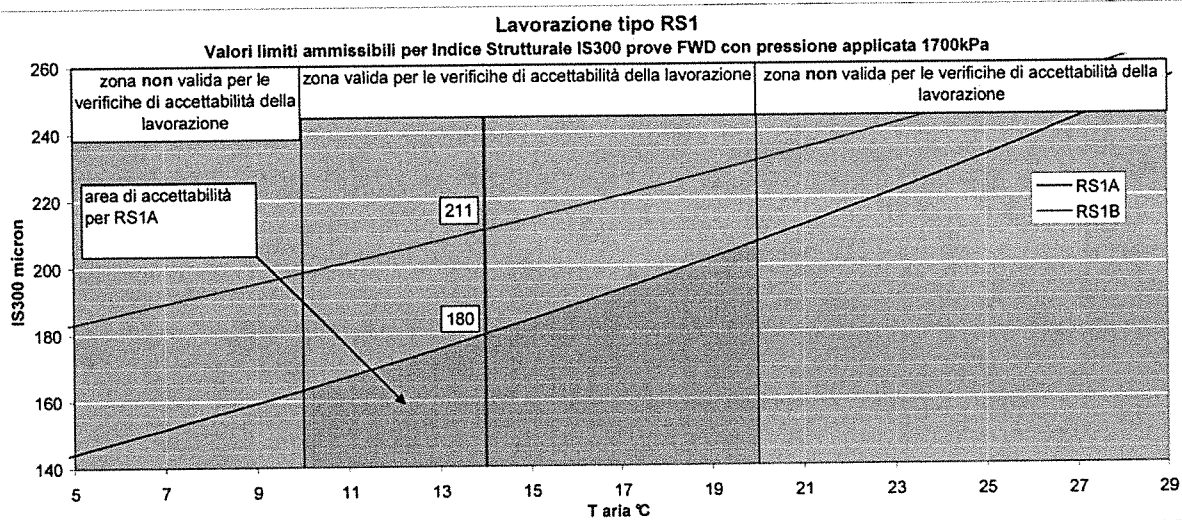
Il fattore correttivo, per cui moltiplicare i valori di IS200, è fornito dalla seguente espressione:

$$(2,18 - 0,50 \cdot \log (ISFOND))$$

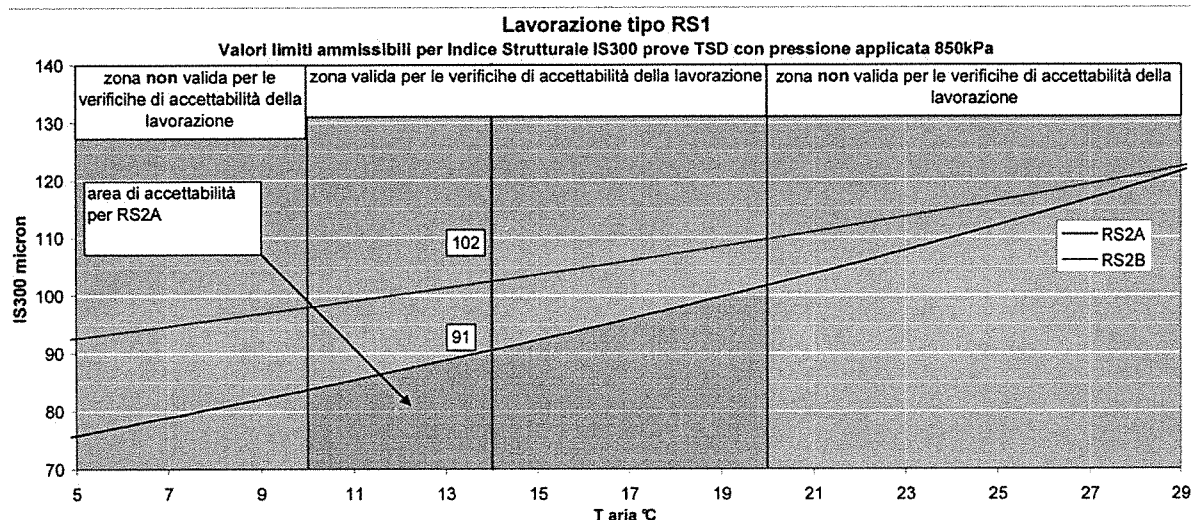
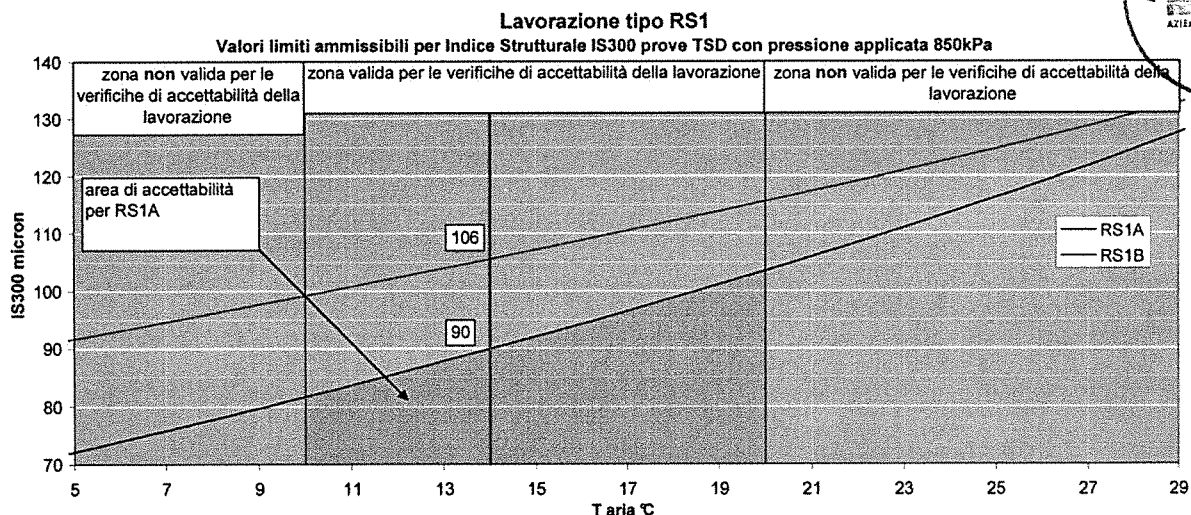
con  $ISFOND = D900 - D1500$  dove gli addendi rappresentano le deformazione del sensore espressa in  $m \cdot 10^{-6}$  posto a 900 e 1500 mm dal centro piastra.

ISFOND rappresenta il comportamento del sottofondo.

ISFOND è una misura della capacità portante fornita dagli strati inferiori non legati.







Le Riparazioni Superficiali di Soccorso (RSS come descritti nella parte IV) ed i Trattamenti Superficiali (TS come descritti nella parte IV) non prevedono accettazioni sulla Portanza.

Le misure dell'Indice Strutturale (IS) effettuate con i passi indicati andranno analizzate per tratte omogenee.

Prima di detta analisi si dovranno riportare, alla temperatura di riferimento, tutti i valori di IS300 e IS200 rilevati.

La trasformazione riguarderà le sole temperature in quanto tutte le prove, per il tratto in esame, devono essere completate entro un periodo di non più di sette giorni, per cui il diverso tempo di maturazione si considera non influente sui risultati.

Il fattore correttivo, per cui moltiplicare i valori di IS300 o IS200, è fornito dalla seguente espressione:

$$IS_{14^{\circ}C}/IST_{prova} = \exp (c \cdot (14 - T_{prova}))$$

con  $IS_{14^{\circ}C}$  Indice Strutturale riportato alla temperatura di riferimento dell'aria ( $14^{\circ}C$ ),  $IST_{prova}$  Indice Strutturale misurato nelle condizioni di prova,  $T_{prova}$  temperatura dell'aria nelle condizioni di prova e  $c$  coefficiente che vale 0,037 per gli interventi di tipo RP o NC e 0,022 per gli interventi di tipo RS.

La successiva definizione delle tratte omogenee per portanza sarà effettuata con i valori così ricavati utilizzando il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio.

I valori medi di IS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare minori o uguali alle prescrizioni riportate. L'accettazione del lavoro, senza penali, si avrà quindi soltanto se il valore dell'Indice Strutturale IS300 o IS200 del tratto omogeneo non supererà in nessun caso il valore di soglia indicato dalle curve, nelle condizioni di prova e per il tipo di intervento eseguito.

#### **10.4.1. DETRAZIONI**

La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito, determinato come somma dei prezzi dei singoli strati componenti sulla base dei relativi spessori di progetto; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce.

La detrazione corrisponderà alla metà dei punti percentuali di cui l'Indice Strutturale differisce in aumento rispetto al valore limite prescritto alla temperatura di riferimento di 14°C per la tipologia di intervento ed il tempo di maturazione (esemplificando, se la differenza è del 6% rispetto al valore previsto, la penale sarà del 3 %).

Non si accetteranno richieste di misure a tempi di maturazione più elevati qualora le misure effettuate a tempi di maturazione più bassi abbiano dato esito negativo, salvo casi particolari certificati dalla DL.

Se le differenze dell'IS raggiungeranno il 40% in aumento, la DL, anche tenendo conto dell'effettiva estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore.

#### **10.5. VALUTAZIONE DEGLI SPESSORI DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE**

La misura dello spessore per gli strati bituminosi potrà essere effettuata oltre che con carote, anche con sistemi di misura ad Alto Rendimento dotati di Radar Penetrometrico (GPR) opportunamente tarato con carote di controllo.

Le antenne da usare saranno di almeno 1 Ghz ed il sistema di acquisizione dovrà garantire una risoluzione nella misura dello spessore dell'ordine di un centimetro; mentre il passo di campionamento spaziale dovrà essere di almeno 50 cm.

Le misure saranno effettuate di norma almeno su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potranno anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento.

I valori degli spessori saranno dedotti dall'esame dei radargrammi ricavati con la suddetta apparecchiatura.

L'esame potrà essere effettuato visivamente oppure tramite software dedicato; prima dell'esame dovrà essere operata una taratura delle misure usando carotaggi di controllo (indicativamente non meno di 3 carote/km per corsia) o in alternativa valutazioni di spessore attraverso l'uso di boroscopi o video endoscopi su fori eseguiti sulla pavimentazione con la stessa cadenza dei carotaggi.

Dovrà essere rilevata l'intera lunghezza dell'intervento realizzato da ogni singolo cantiere; le misure di spessore, realizzate con radar penetrometrico, dovranno essere restituite con un "passo di misura" di 2 m e quindi analizzate per tratte omogenee.

Per TRATTA OMOGENEA si intende quel tratto di pavimentazione in cui i valori dell'indicatore sono statisticamente poco dispersi intorno ad un valore medio. Tale analisi sarà condotta con il programma di calcolo allegato alle presenti Norme Tecniche.

**I valori medi di spessore ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare conformi alle dimensioni di progetto.**

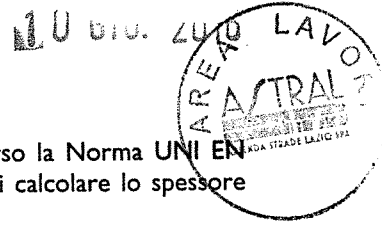
##### **10.5.1. DETRAZIONI**

Nel caso di misure di controllo effettuate con radar penetrometrico il conglomerato bituminoso sarà valutato in spessore nel suo complesso senza distinzione tra gli strati componenti.

La detrazione sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori dell'intero pacchetto ricostruito, determinato come somma dei prezzi dei singoli strati componenti sulla base dei relativi spessori di progetto; tale detrazione varrà per tutto il tratto omogeneo a cui si riferisce.

La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore complessivo, indipendentemente dalla sua composizione, differisce in diminuzione rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7% (esemplificando, se la differenza è del 10% rispetto al valore di progetto, la penale sarà del  $((10 - 7) \cdot 3) \% = 9 \%$ ), qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7% non sarà applicata nessuna detrazione; se invece la differenza raggiungerà il 25%, esclusa la tolleranza, la DL, anche tenendo conto dell'effettiva estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti, potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spese dell'Appaltatore.

L'eventuale raggiungimento dei valori di portanza di cui al punto precedente, sempre per spessori non inferiori del 25%, non eliminerà l'applicazione della detrazione sopra indicata ma la ridurrà di un terzo.



In mancanza di misura con radar penetrometrico, la misura di spessore valutato attraverso la Norma UNI EN 12697-36 del 2006 sarà basato sulle carote, di diametro compreso tra 100 e 200 mm, da cui calcolare lo spessore medio SM da confrontare con lo spessore di progetto.

Valgono le seguenti tolleranze(T):

Strato di usura 5%

Strato di binder 7%:

Strati di base e basebinder 10%:

a discrezione della DL potrà essere valutato lo spessore totale. In tal caso la tolleranza massima è del 7%.

Calcolo della penale:

SP=spessore di progetto

SM=spessore medio misurato da carota

DP=differenza percentuale=(SM-SP)/SP

T=tolleranza in %

PR=prezzo(€/mq)

D=detrazione in €=(DP-T)\*3\*PR\*A

Nel calcolo si è ipotizzato che DP venga preso con segno positivo.

La superficie di detrazione A sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza della carota precedente e la metà della distanza della carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Nel caso che lo spessore medio SM risponda alle richieste di progetto, la DL si riserva la facoltà di valutare anche la percentuale dei vuoti. Qualora questa non risponda ai requisiti previsti all'art 7.1.8.5 verrà applicata una detrazione pari al 20 % sull'area di influenza della carota secondo il seguente calcolo:

$$D = \text{detrazione in €} = 0.20 * PR * A$$

#### 10.6. APPLICAZIONE DI EVENTUALI PENALI MULTIPLE

La presenza di più detrazioni porterà al loro accumulo (somma di ciascuna di esse) salvo casi particolari che andranno giudicati dalla DL.



### **CAPITOLO III**

#### **PARTICOLARI LAVORI DI PAVIMENTAZIONI**

## **ART.11 DRENAGGI**

### **11.1. DRENAGGI TRADIZIONALI (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE)**

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame, ciottolame o misto di fiume e posti in opera su platea in calcestruzzo; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiori dimensioni dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino negli strati superiori.

La DL potrà ordinare l'intasamento del drenaggio già costituito con sabbia lavata. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impegnare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### **11.2. DRENAGGI CON FILTRO IN "NON TESSUTO" (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE O EFFETTUATI PRIMA DI STENDERE LE PAVIMENTAZIONI)**

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o per il drenaggio laterale delle pavimentazioni i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in tessuto "non tessuto" costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici. Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla DL. Il materiale da usare dovrà avere una resistenza a trazione su striscia di almeno 2 kN/mt (UNI-EN 10319) e buone caratteristiche filtranti (sotto un peso di 2 kg/cm<sup>2</sup> lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm); il peso minimo accettabile del tessuto non tessuto sarà invece di 350 grammi/m<sup>2</sup>.

I vari elementi di non tessuto dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 50 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. L'impregnazione

potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata o altro materiale, a seconda della posizione del drenaggio.

### **11.3. DRENAGGI A SCAVO AUTOMATIZZATO E CON RIEMPIMENTO IN CALCESTRUZZO POROSO (PER DRENARE ZONE GIÀ PAVIMENTATE)**

I drenaggi laterali delle pavimentazioni lungo la mezzzeria della corsia di emergenza dovranno essere realizzati mediante uno scavo di larghezza non inferiore a 30 cm eseguito con idonea fresatrice automatica.

10 GIU. 2016



Lo scavo dovrà raggiungere una profondità di almeno 30 cm sotto il piano di posa dello strato di fondazione della pavimentazione.

Nel caso che la pendenza esistente nella pavimentazione non sia sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque (minore dell'1,0%) la profondità del cavo dovrà essere variabile in modo da consentire lo scorrimento delle acque verso gli scarichi.

Verrà sempre impiegato un filtro in tessuto non tessuto analogo a quello descritto nel precedente articolo 11.2. con le stesse modalità di impiego.

Il fondo di detto non tessuto dovrà essere impermeabilizzato con bitume, come descritto nel precedente articolo 12.2.; in alternativa si potrà usare sul fondo dello scavo una platea in calcestruzzo di classe R'bK 200 kg/cm<sup>2</sup>, dell'altezza media di 5 cm, dopo la messa in opera del "non tessuto" sulla platea, oppure dopo l'impermeabilizzazione con bitume dello stesso "non tessuto".

Per lo smaltimento delle acque si potranno utilizzare materassini in materiale sintetico non putrescibile drenanti rivestiti in "non tessuto" posti in doppio strato a diretto contatto col "non tessuto" di fondo, oppure tubazione in corrugato di p.v.c. del diametro 100 mm microfessurata.

Il cavo rivestito di "non tessuto", con dispositivo di smaltimento delle acque prescelto, verrà successivamente riempito di calcestruzzo poroso.

Il calcestruzzo poroso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- la quantità di cemento da impiegare dovrà essere pari a 150 kg per mc. del tipo 325 preferibilmente pozzolanico o d'alto forno.
- la resistenza a compressione a 28 giorni dovrà essere maggiore od uguale a 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- la dimensione massima degli aggregati dovrà essere di 40 mm.
- le pezzature da usare dovranno essere di 3 tipi
  - 0/5 per circa 300 kg/mc
  - 5/20 per circa 675kg/mc
  - 20/40 per circa 675kg/mc
- l'acqua d'impasto dovrà essere 70-80 litri/mc
- il calcestruzzo maturato dovrà avere una capacità drenante di almeno 20 l/sec/m<sup>2</sup>.

Questo calcestruzzo dovrà inoltre ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "non tessuto" alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento, il calcestruzzo poroso dovrà essere ben vibrato mediante vibrocostipatori o vibratori ad immersione e si sovrapporrà il "non tessuto" fuoriuscente in sommità; su di esso verrà eseguita una copertura in conglomerato bituminoso tipo chiuso (2% dei vuoti della prova Marshall) per uno spessore medio non inferiore a 7 cm.



## ART.12 SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.

Se le lesioni sono molto diffuse la DL dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

### 12.1. SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLA PAVIMENTAZIONE ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA

La sigillatura delle lesioni delle pavimentazioni eseguita con bitumi modificati colati a caldo dovrà essere effettuata con particolari idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura delle stesse lesioni per tutta la profondità e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

Si procederà, se necessario, alla apertura delle fessure mediante idonea attrezzatura per una larghezza ed una profondità di almeno 2 cm.

Con il getto di aria immesso nelle fessure per mezzo della lancia si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulitura della lesione, impiegando poi una lancia a caldo (soprattutto in condizioni di elevata umidità e basse temperature) per asciugare la fessura e favorire l'adesione del bitume.

Il sigillante sarà del tipo bitume modificato Hard (come indicato alla tab. 6.B.1) uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida sarà versato con apposito dispositivo nell'interno della lesione fino alla sua completa otturazione assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi della stessa lesione con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 2 a 5 cm.

### 12.2. SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLE PAVIMENTAZIONI ESEGUITA CON NASTRO BITUMINOSO PREFORMATO E AUTOADESIVO

Il nastro bituminoso deve essere impiegato per sigillare e chiudere lesioni sulle usure e sui drenanti con la funzione di impedire (o diminuire) l'entrata dell'acqua nella lesione e evitare la disgregazione della pavimentazione intorno alla lesione.

Il nastro è composto da bitume 80/100 modificato con SBSr al 15-18% in peso con larghezza compresa tra 40 e 100 mm e spessori 4 + 0,2mm

Parametri richiesti

Palla e anello (°C)	>200
Penetrazione(dmm)	100-30
Ritorno elastico % (perpendicolare alla superficie di attacco)	≥60%
Adesività sul calcestruzzo N/cm <sup>2</sup> (sec DIN 1996 parte 19 mod)	≥708
Scorrimento verticale a 60°C per 5 ore N/cm <sup>2</sup> (sec SNV 671916)%	≤1mm

La posa in opera deve essere eseguita su superfici asciutte, prive di elementi scivolosi e di impurità.

La posa in opera deve essere effettuata con temperature dell'aria superiori a 10 °C e dopo la stesa il traffico completa la costipazione ed il fissaggio

Alla fine della stesa per evitare il rischio di spostamento e/o adesioni tra nastro e pneumatici il nastro deve essere uniformemente cosperso di polveri idonee (polvere di ardesia, calce cemento, gesso o filler).

Il nastro non deve essere utilizzato su:

- lesioni trasversali
- lesioni longitudinali di apertura inferiori a 5mm e superiori a 20mm.

In questi casi si ricorre al bitume modificato (art. 6.B.1).

In funzione della larghezza della lesione deve essere usato il nastro adatto: il rapporto tra larghezza nastro e larghezza lesione non deve essere > 2,5

10 GIU. 2016.



Indicativamente:

Nastro di 40mm per lesioni < 15mm

Nastro di 50mm per lesioni < 20mm

Il nastro di larghezze superiori (es 100 mm) è indicato solo in casi particolari.

### **12.3. SIGILLATURA DELLA LINEA DI CONTATTO TRA CORDOLO E PAVIMENTAZIONE NEI PONTI E VIADOTTI ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA**

Si richiamano espressamente le norme di cui al precedente punto 12.1. Inoltre, in questo caso, occorre aver cura di asportare anche con sistemi tradizionali eventuali parti estranee di conglomerato bituminoso non addensato nella zona fra pavimentazione e cordolo (o New Jersey).

10 GIU. 2016



## **ART.13 ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE E GESTIONE DEGLI SCAVI PER SOTTOSERVIZI**

### **13.1. DESCRIZIONE**

Per lavori di pavimentazione in affiancamento a sovrastrutture esistenti o per lavori di rappezzo localizzati, al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti a cavallo del giunto di ripresa longitudinale o sopra la zona rappezzata, si potrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa autoadesiva rinforzata con apposito tessuto non tessuto o geotessile a rete che serva a ridurre la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio.

### **13.2. CASO DEL GIUNTO LONGITUDINALE**

Dovrà essere preventivamente demolita con apposita fresa a freddo la pavimentazione a cavallo del giunto per una larghezza di 50 cm e per una profondità di almeno 10 cm dalla superficie finita della pavimentazione (secondo le norme di cui all'art. 4.1.).

Sulla superficie così ottenuta, preventivamente emulsionata, potrà essere posta in opera una guaina prefabbricata autoadesiva a freddo, realizzata da una speciale miscela di gomma e bitume armata di rete di polipropilene all'estradosso superiore della larghezza di 45-50 cm.

Al di sopra di detta guaina verrà steso un conglomerato bituminoso chiuso con le caratteristiche di un binder (art. 7.1. al quale si rimanda per tutte le prescrizioni non menzionate espressamente), ma con vuoti giratoria a N3 non superiori a 3%.

La stesa del conglomerato sarà preceduta da spruzzatura con emulsione bituminosa acida al 55% delle pareti verticali della trincea longitudinale; detto conglomerato, ben compattato con apposito rullo vibrante di ridotte dimensioni, verrà successivamente ricoperto dal tappeto di usura finale. La formazione del giunto dovrà essere programmata in modo tale che tra la stesa del binder di riempimento e la sua successiva ricopertura non passino più di 20-30 giorni; si dovrà inoltre evitare di ricoprire un riempimento troppo recente (meno di 20 giorni).

La guaina dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- spessore totale miscela gomma-bitume 1,5 mm
- spessore rete di polipropilene 0,5 mm.
- allungamento longitudinale massimo 30%
- allungamento trasversale massimo 25%
- temperature limite d'esercizio 30°C minimo e 150°C massimo .

L'autoadesività della guaina dovrà essere garantita da un foglio protettivo di carta siliconata asportabile all'atto dell'applicazione.

### **13.3. CHIUSURA DEGLI SCAVI RISULTANTI DA INTERVENTI PER SOTTOSERVIZI.**

Per la posa di sottoservizi, sarà sempre preferibile evitare la rottura della continuità della pavimentazione stradale, privilegiando la costruzione di appositi cunicoli a fianco della strada od operando gli scavi nella zona a lato della pavimentazione, ad almeno 40 cm dalla striscia di bordo corsia

Dove è necessario intervenire con la rottura della pavimentazione stradale, per poter procedere alla realizzazione di impianti per sottoservizi ex novo, alla sostituzione parziale o alla riparazione di quanto esistente, si deve procedere al taglio del manto di asfalto con l'utilizzo di seghe adeguate, in modo da non sollecitare la pavimentazione non interessata allo scavo; seguirà la rimozione della parte legata e lo scavo con idonee scavatrici del materiale i sottofondo; in alternativa, in luogo della sega potranno essere usate idonee fresatrici a freddo per la rimozione della pavimentazione legata.

Se la realizzazione dell'intervento per sottoservizi si dovrà protrarre per più tempo, potrà essere richiesta la chiusura dello scavo e il reintegro della sede stradale ad ogni fine giornata lavorativa.

La chiusura finale degli scavi potrà essere quindi divisa in due tempi e con modalità diverse, elencate di seguito.

#### **13.3.1. CHIUSURA DELLO SCAVO TEMPORANEO PER LA SICUREZZA DELLA CIRCOLAZIONE STRADALE**

Questo tipo di chiusura andrà eseguito solo se non possono essere lasciati aperti gli scavi per il tempo sufficiente al completamento della posa dei sottoservizi.

10 GIU. 2019



L'intervento, da eseguire alla fine dei lavori giornalieri è richiesto per non lasciare la superficie stradale con buche, irregolarità o materiale rimuovibile, pericoloso per il transito libero soprattutto di motocicli, è da considerarsi appunto una chiusura provvisoria, perché soggetta all'assestamento naturale ed alla qualità delle lavorazioni e dei materiali utilizzati.

La compattazione del materiale di riempimento potrà essere non completa visto che la chiusura è provvisoria; la finitura superficiale, facilmente rimuovibile sarà in materiale bituminoso a caldo di spessore di almeno 5 cm.

### **13.3.2. CHIUSURA DEFINITIVA CON REINTEGRO DELLE CONDIZIONI ORIGINALI DELLA SEDE STRADALE**

La chiusura definitiva avverrà in due tempi, alla fine dei lavori di sistemazione del sottoservizio.

Si procederà dapprima al riempimento della parte scavata nel terreno e nel sottofondo della pavimentazione, usando materiali aridi impastati con legante cementizio (circa 4-5% in peso) ed acqua, stesi in strati successivi di spessore non superiore ai 30-40 cm ed idoneamente compattati, fino a raggiungere la quota inferiore dei conglomerati bituminosi. Si procederà poi, fino al raggiungimento della quota di superficie della pavimentazione, con conglomerato bituminoso a caldo di tipo binder, ricavato anche usando materiali fresati (vedi punto 3.4.).

Il riempimento dovrà poi essere lasciato sotto traffico per un periodo di almeno 30 giorni in modo da permettere l'eventuale assestamento del riempimento sottostante, qualora non sia stato adeguatamente compattato. Seguirà una fresatura a freddo della zona a cavallo dello scavo per una larghezza del medesimo, aumentata di 30+30 cm ai due lati, per una profondità pari allo spessore dello strato di usura presente sulla strada. Il cassonetto così ricavato, dopo stesa di conguaglio, per colmare eventuali cedimenti intercorsi nel periodo di attesa, sarà riempito, usando idonea vibrofinitrice, con conglomerato di usura sempre a caldo, dello stesso tipo e spessore dell'usura preesistente, da compattare in modo da ottenere una perfetta complanarità della zona trattata.

### **13.4. CASO DEL GIUNTO TRASVERSALE (INIZIO E FINE LAVORAZIONI DI PAVIMENTAZIONI NUOVE IN CONTINUAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI)**

Per lavori di pavimentazioni in avanzamento a sovrastrutture esistenti, le stesse dovranno essere preventivamente demolite per una profondità minima dello spessore dello stato da ricreare raccordandosi in avanzamento nella misura di 2 m/cm. Al termine della lavorazione il raccordo dovrà avvenire con le stesse modalità.

10 GIU. 2016



## **ART.14 RIPARAZIONE SUPERFICI DEGRADATE DI LIMITATA ESTENSIONE**

La riparazione di piccole e circoscritte superfici di pavimentazione ammalorata più o meno diffuse nell'ambito di una corsia o di una carreggiata, sarà effettuata con interventi limitati ai punti ammalorati ed al loro intorno secondo esplicita richiesta della dl.

Questi interventi dovranno essere realizzati con modalità e con impiego di materiali rispondenti alle norme tecniche definite per ciascuna categoria di lavoro.

In particolare dovranno essere impiegate squadre di lavoro attrezzate con frese, finitrici e rulli di idonee dimensioni per essere facilmente trasportate con carrellone ed in grado di realizzare il lavoro a perfetta regola d'arte.

Potranno altresì essere impiegate attrezzature per la rigenerazione in sito della pavimentazione di ridotte dimensioni (max 1,20 m di larghezza), quando gli ammaloramenti in atto non superano lo spessore di 7-8 cm.

In questi casi il lavoro dovrà essere realizzato secondo quanto previsto nell'articolo 7 compensato a misura secondo il prezzo di elenco.

### **14.1. CASO DEI RAPPEZZI LOCALIZZATI**

I rappezzi sono intesi come trattamenti di alcuni mq, distaccati tra loro e tesi a riparare in modo provvisorio, ma durevole zone degradate della pavimentazione limitate nello spazio. Essi sono di due tipi, a seconda del degrado presente

#### **14.1.1. CASO DI DEGRADO DIFFUSO CON BUCHE GIÀ PRESENTI NON CONTIGUE E NON DIFFUSE**

Il rappezzo sarà costituito da un tappeto di conglomerato bituminoso a caldo steso a mano e rullato con piastre vibranti oppure da un trattamento di emulsione modificata e graniglia, eventualmente steso in più strati nelle zone più degradate e o depresse rispetto ai piani di rotolamento. Potranno anche essere usate sopra lo strato iniziale di emulsione, anche fibre di vetro di alcuni cm di lunghezza, spruzzate sul legante di attacco, prima della posa delle graniglie. Le poche buche profonde eventualmente presenti dovranno essere trattate prima del rappezzo con la tecnica descritta all'Art.15.

#### **14.1.2. CASO DI DEGRADO DIFFUSO MA CON BUCHE GIÀ PRESENTI CONTIGUE E/O DIFFUSE**

Questi rappezzi devono essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, con minifresa che riquadri anche i bordi; spianamento del fondo anche con apporto di materiale prebitumato fine ed impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali; i degradi localizzati (buche) non comprendibili nelle zone riquadrate saranno trattati come detto all'art.15.. Seguirà il riempimento e la compattazione con rulli di adeguate dimensioni.

Non si dovranno superare i 10 cm per ogni strato data la difficoltà di ben compattare spazi ridotti.

Al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti sopra la zona rappezzata, si potrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa autoadesiva rinforzata con apposito tessuto non tessuto o geotessile a rete che serva a ritardare la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio.

Per buche in zone a traffico elevato, dopo la stesa della mano di attacco andrà steso il conglomerato bituminoso di riempimento che non dovrà essere a freddo (bitumi flussati), ma a caldo e preferibilmente modificato con idonei plastomeri, aggiunti nel mescolatore (3-4 kg / ton di conglomerato bituminoso) oppure altri preparati a base cementizia a pronta presa da usare in presenza di acqua.

I rappezzi fatti in condizioni climatiche avverse potranno essere realizzati con materiali a freddo, ma le riparazioni dovranno essere ripetute con conglomerato a caldo e con i metodi sopra descritti.

Qualora i rappezzi effettuati con fresa e riempimento lascino non trattate le zone ad esse circostanti, in cui sono presenti lesioni a pelle di coccodrillo, dette zone potranno essere trattate con i sistemi descritti all'art 14.1.1

## **ART.15 TRATTAMENTO FUNZIONALE DELLE BUCHE (INTERVENTI PUNTUALI)**

Questi interventi dovranno essere realizzati con modalità e con impiego di conglomerati idonei evitando, ove possibile, l'impiego dei conglomerati a freddo in sacchi.

La Committente si riserva la facoltà di provare attrezzature per test su strada finalizzate alla riparazione delle buche.

Gli interventi dovranno garantire una durata maggiore dei 6 mesi, in previsione del rifacimento del tratto interessato. Dietro approvazione della Committente si potrà operare anche con attrezzature anche automatiche, che tagliano e rimuovono (con margine di sicurezza) la zona interessata dalla buca, con susseguente ripristino del cavo con conglomerato bituminoso a caldo o con emulsione, possibilmente modificata ed adatta allo scopo. La superficie laterale di taglio e la base dovrà essere netta e ricoperta bitume od emulsione al fine di favorire l'adesione con il conglomerato di ripristino.

Tranne che nei casi improcrastinabili è auspicabile intervenire prima della completa formazione della buca così da intervenire in condizioni meteo e logistiche non di emergenza.



## CAPITOLO IV

### INDICAZIONI PROGETTUALI CONNESSE ALLE NORME TECNICHE CSA

#### ART.16 CRITERI GENERALI

Le soluzioni progettuali riportate indirizzano le scelte del Compartimento finalizzate sia alle riparazioni superficiali di soccorso (RSS) che alla ricostruzione, od al rafforzamento, delle pavimentazioni esistenti, classificabili come risanamenti profondi (RP) e risanamenti superficiali (RS).

Le soluzioni di progetto (pacchetto ed ubicazione degli interventi), che si intendono realizzare, saranno comunque definite nel dettaglio dagli Uffici Tecnici dei Compartimenti tenendo conto delle condizioni locali; le scelte progettuali che portano alle perizie saranno di norma basate su di un giudizio visivo dello stato superficiale della pavimentazione da risanare ottenute con rilevamenti tradizionali oppure in base alle immagini ed al software di gestione del sistema Road Eye del CSS, il tutto integrato con il livello di traffico esistente nei tratti da trattare.

Il CSS potrà, in base ai progetti ricevuti direttamente o tramite Direzione di Esercizio, suggerire modifiche, precisazioni ed approfondimenti, specialmente nel caso in cui le soluzioni si discostino in modo rilevante rispetto a quelle proposte.

La realizzazione di campagne di misura, con l'impiego di nuove tecnologie e di nuove macchine ad alto rendimento per la determinazione dello stato di ammaloramento superficiale eventualmente accompagnato dalla determinazione delle caratteristiche superficiali di aderenza e regolarità e/o dalla determinazione della tipologia, degli spessori e della portanza residua delle pavimentazioni esistenti, resta comunque lo strumento più idoneo per definire e dimensionare al meglio gli interventi.

E' auspicabile quindi che in futuro tali misure siano quanto più possibile effettuate preventivamente alle decisioni progettuali degli interventi di ripristino o rafforzamento.

Le caratteristiche peculiari dei tipi di intervento inseriti nelle soluzioni suggerite, correlate alle prescrizioni e prestazioni richieste dal CSA per la formulazione e la verifica dei materiali da utilizzare, sono:

- Dimensionamento dei pacchetti attraverso l'impiego di metodi razionali di calcolo utilizzando curve di fatica specifiche che permettono di calcolare la vita utile dell'intervento.
- Massimo riutilizzo possibile dei materiali fresati e altri materiali marginali disponibili con facilità sul luogo dell'intervento, valutati e verificati nei calcoli di durata a fatica, per ridurre trasporti e costi e preservare l'ambiente.
- Definizione dei criteri generali di lavorazione per tenere presente le problematiche di applicazione pratica su strade in esercizio; gli spessori previsti sono correlati alle necessità di portanza ed anche alla realizzabilità connessa con le tecniche impiegate.
- Impiego generalizzato di bitumi modificati, per incrementare le durate con certezza di risultato.
- Definizione dei metodi di verifica prestazionali, sui materiali singoli, sulle miscele I8 e sulle lavorazioni complete. Per queste ultime vengono assegnati livelli prestazionali I9, misurabili ad Alto Rendimento, così definiti e classificati:
  - ✓ Le caratteristiche superficiali, valutate attraverso l'indicatore di regolarità IRI - International Roughness Index, la misura dell'aderenza CAT - Coefficiente di Aderenza Trasversale ed attraverso la misura della macrotestatura HS - Altezza della Macrotestatura della Superficie.
  - ✓ Le caratteristiche profonde, valutate attraverso la misura della Capacità Portante effettuata con FWD - Falling Weight Deflectometer o con TSD - Traffic Speed Deflectometer, dei diversi strati realizzati, valutando i bacini di deflessione ottenuti con prove deflettometriche dinamiche.

Le singole miscele di conglomerato, vergine o riciclato, potranno essere valutate anche con prove dirette di durata a fatica, le cui attrezzature, semplificate, saranno utilizzabili anche nei laboratori di cantiere.

Le verifiche, da parte delle Direzioni dei Lavori, sono effettuate in modo che i pagamenti siano calibrati con gli effettivi risultati ottenuti; i criteri di valutazione sono indicati nel testo del CSA, allegato ai Contratti di Appalto.

## ART.17 TIPI DI INTERVENTO

### 17.1. RIPARAZIONI SUPERFICIALI

#### 17.1.1. RIPARAZIONI DI SOCCORSO, LOCALIZZATE O ESTESE (RSS)

Questi tipi di interventi superficiali, eseguiti per mettere in sicurezza la pavimentazione e/o per portarne il livello qualitativo a condizioni accettabili, possono essere di tipo localizzato, come i rappezzi o il trattamento funzionale delle buche, oppure estesi, preceduti o meno da un intervento di fresatura.

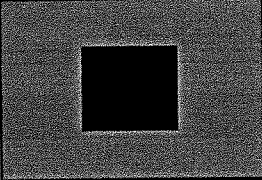
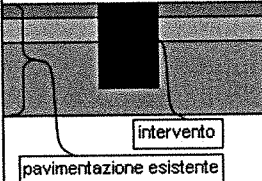
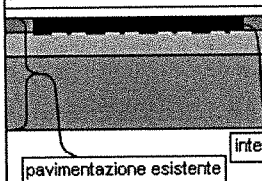
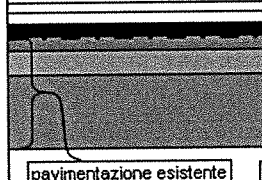
In genere, questi interventi, servono a risanare situazioni di degradi superficiali più o meno accentuati e diffusi, ma, costituiscono soluzioni di breve durata e quindi basso rendimento economico per cui, anche in funzione delle effettive disponibilità economiche, è preferibile adottare altre soluzioni di intervento tipo gli interventi di tipo RP o RS.

Lo spessore del materiale non dovrà essere inferiore a 3 cm ed in genere non superiore a 5 cm e costituisce lo stato di usura.

Gli interventi superficiali di tipo esteso sono da adottare al fine di evitare interventi localizzati troppo fitti.

Quando possibile, compatibilmente con i vincoli presenti (presenza di barriere, franchi verticali da rispettare, ecc.), è preferibile effettuare delle ricariche, comunque, la realizzazione del nuovo strato, deve essere sempre preceduta dalla stesa di una mano di attacco.

Di seguito sono riportate le tipologie di intervento superficiale ed i loro casi applicativi più frequenti.

RIPARAZIONI SUPERFICIALI DI SOCCORSO	
LOCALIZZATI	<b>RAPPEZZI</b>  <p>Risagomatura in presenza di degradazioni superficiali limitate e circoscritte; l'eventuale presenza di un intervento dello stesso tipo, eseguito precedentemente, può indicare la scarsa efficacia risolutiva dello stesso.</p>
	<b>TRATTAMENTO FUNZIONALE BUCHE</b>  <p>Interventi localizzati e specializzati per risanare le buche della pavimentazione.</p> <p>intervento pavimentazione esistente</p>
ESTESI	<b>FRESATURA E RICOSTRUZIONE</b>  <p>Risagomatura in presenza di degradazioni superficiali diffuse per dare una superficie continua di intervento con durate comunque limitate.</p> <p>intervento pavimentazione esistente</p>
	<b>RICARICHE O IMBOTTITURE</b>  <p>idem come sopra anche per ripristinare le pendenze trasversali.</p> <p>pavimentazione esistente    intervento</p>

#### 17.1.2. TRATTAMENTI SUPERFICIALI (TS)

L'intervento di tipo superficiale di maggior resa e minor costo, su pavimentazioni che hanno solo problemi di aderenza e fessurazioni di ridotta entità e diffusione, senza configurazioni del piano viabile, è il trattamento superficiale con malte bituminose tipo Macroseal da 6 mm di spessore confezionate e posate a freddo con idonea attrezzatura.



Altri trattamenti superficiali sono sconsigliati.

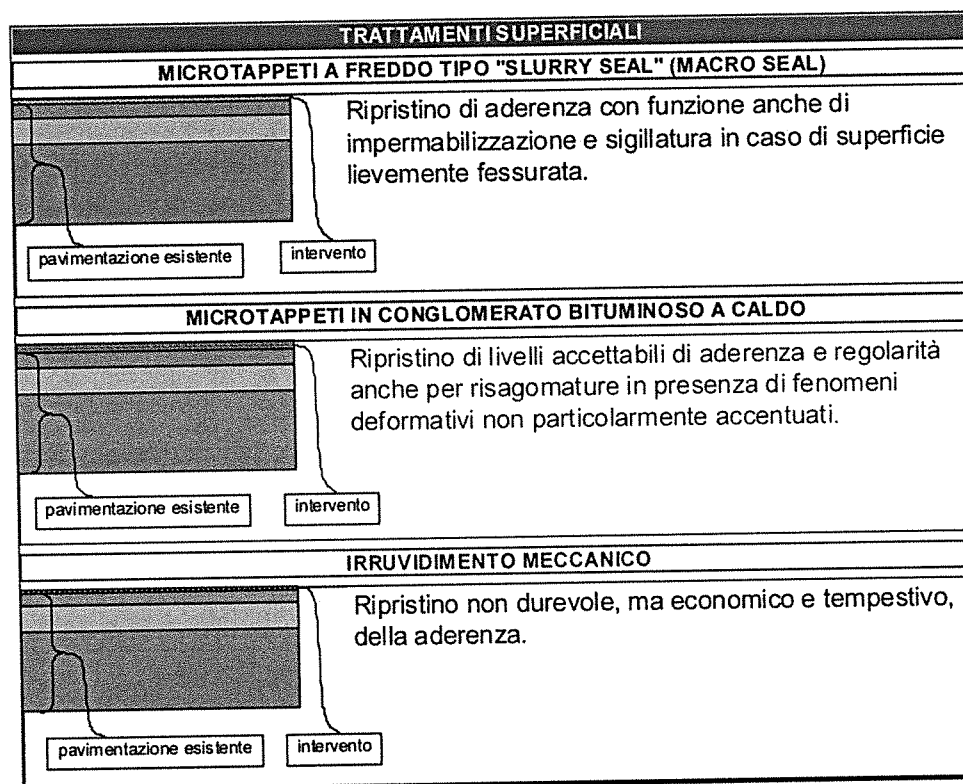
Questi trattamenti superficiali (TS) vanno impiegati per il ripristino della aderenza e come impermeabilizzazione o sigillatura di micro lesioni in zone senza cedimenti evidenti.

Altri tipi di intervento superficiali, come i micro tappeti, preceduti o meno da fresature con funzione di ripristino della regolarità, possono rappresentare una soluzione alternativa sempre nell'ambito degli interventi non durevoli qualora la regolarità superficiale sia carente.

La scelta di intervento attraverso l'irruvidimento meccanico può essere previsto esclusivamente in ambiti localizzati per ripristinare livelli accettabili di aderenza nel caso si voglia intervenire rapidamente e con contenuti impegni di spesa.

Tali interventi costituiscono soluzioni temporanee e non durevoli.

Di seguito sono riportate le tipologie di trattamento superficiale ed i loro casi applicativi più frequenti.



### 17.1.3. RISANAMENTI SUPERFICIALI (RS)

I risanamenti superficiali (RS) hanno lo scopo di rinforzare pavimentazioni non completamente degradate, ovviamente non possono garantire una durata equivalente rispetto agli interventi profondi, ma comportano un minore impegno economico a fronte di minori durate da prendere in considerazione nei progetti.

Gli RS sono realizzati mediante la fresatura degli strati più superficiali della pavimentazione esistente e possono prevedere anche la realizzazione dello strato di usura in copertura, con conseguente innalzamento delle quote; anche per questa tipologia di intervento si prevedono soluzioni di differente durata da utilizzare in funzione delle diverse tipologie di traffico circolante.

I risanamenti superficiali sono suddivisi in due tipologie:

- **tipo RS1** da prevedere nel caso di pavimentazione molto degradata (superficie molto fessurata, sconfigurata, rappezzi frequenti, presenza di risalita di limi)
- **tipo RS2** da prevedere nel caso di pavimentazione semplicemente fessurata senza sconfigurazioni della superficie per entrambe vengono poi proposte tre soluzioni con materiali analoghi, diversi solo negli spessori in funzione del traffico circolante, vedi schema seguente.



RISANAMENTI SUPERFICIALI				
	Soluzione RSA TGM = 8.000 durata teorica 8 anni		Soluzione RSB TGM = 5.000 durata teorica 8 anni	
	Soluzione RS1A		Soluzione RS1B	
RS1 pavimentazione con fessure pesanti	USURA CHIUSA 3 cm		USURA CHIUSA 3 cm	
	CB di base-binder soft 10 cm	5	CB di binder soft 6 cm	5
		10		10
		15		15
RS2 pavimentazione con fessure leggere	Soluzione RS2A		Soluzione RS2B	
	USURA CHIUSA 3 cm		USURA CHIUSA 3 cm	
	CB di base-binder soft 8 cm	5	CB di binder soft 4 cm	5
		10		10
		15		15

— · — · — · Mano d'attacco con bitume modificato hard

NB le curve di controllo della portanza sono riportate nelle Norme Tecniche all'art. 10.4

I risanamenti superficiali ripristinano la parte superiore del pacchetto (massimo 15 cm) e intervengono anche per cause diverse da quelle connesse ai ripristini di portanza, tra le quali si segnalano:

- evidenza di ammaloramenti solo superficiali · impossibilità di chiusura al traffico per i periodi necessari ai RP
- interventi che dovranno durare solo per un periodo limitato · risanamenti che investano aree poco estese In alcuni di questi casi gli spessori potranno essere ridotti rispetto a quelli indicati, in caso di variazioni di forte entità sarà necessario il ricalcolo delle curve di riferimento per il controllo prestazionale della portanza.

#### 17.1.4. RISANAMENTI PROFONDI (RP)

I risanamenti profondi (RP) assicurano la riclassificazione in alta durata delle pavimentazioni esistenti; essi comportano una completa demolizione della pavimentazione esistente, con parziale o totale riutilizzo dei materiali rimossi.

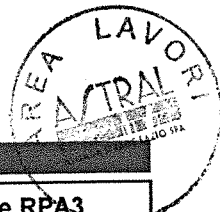
Tali interventi sono previsti dove la pavimentazione si presenta particolarmente ammalorata e dove si vogliono garantire durate elevate in funzione del traffico effettivamente circolante.

Esistono tre categorie di RP a seconda del traffico (TGM); ognuna di esse è suddivisa a sua volta in tre tipologie a seconda dei materiali usati (vedi schema seguente) tutte di durata equivalente; la scelta dei materiali e della tecnica conseguente dipenderà dalle condizioni locali (impianti, cave, disponibilità di materiali, pavimentazione esistente). Ricordiamo comunque che per la realizzazione delle fondazioni le tecniche più affidabili sono quelle connesse ai riciclaggi a freddo, essendo i risultati con il misto cementato più variabili con le condizioni del cantiere di fabbricazione.

NB le curve di controllo della portanza sono riportate nelle Norme Tecniche all'art. 10.4

Le usure sia drenanti che chiuse potranno essere variate per motivi di opportunità locale, comunque da dichiarare, usando in alternativa solo i tipi riportati nelle Norme Tecniche.

10 GIU. 2016



## RISANAMENTI PROFONDI

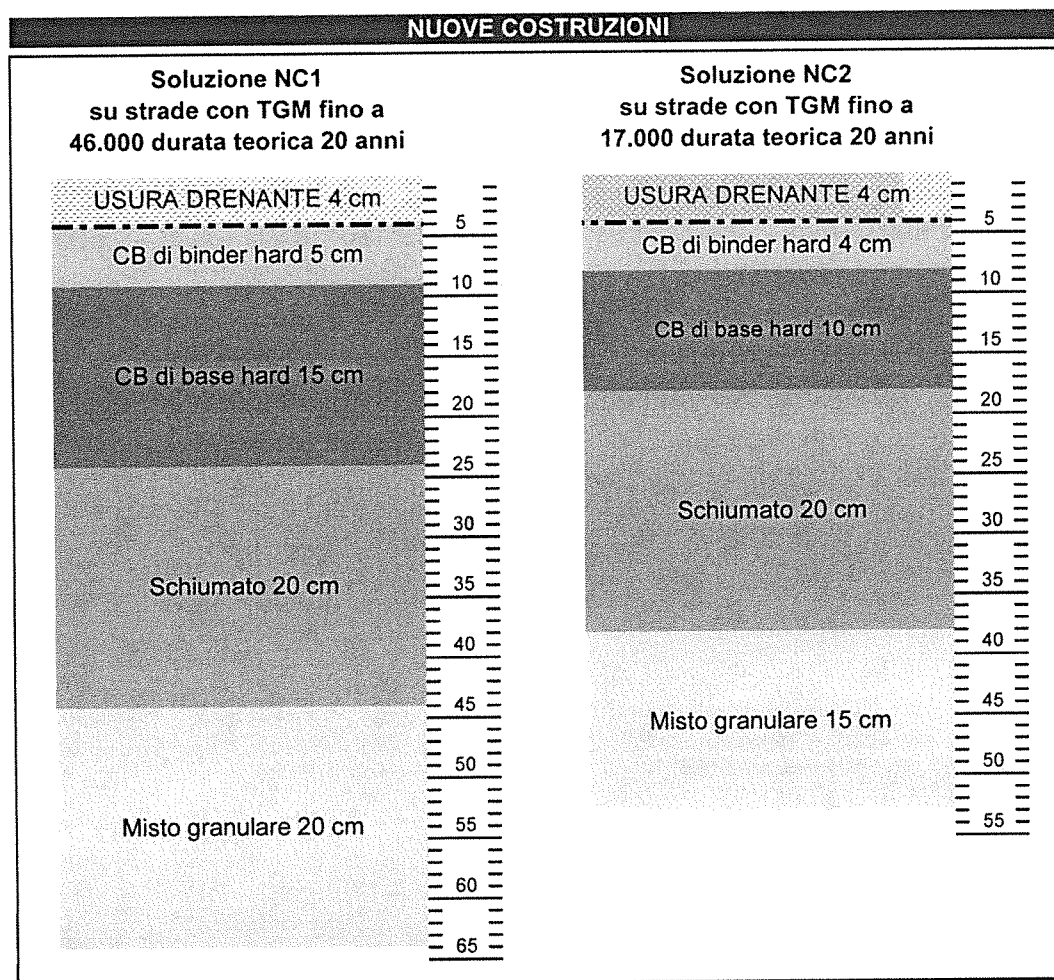
Soluzione RPA per traffico elevato su strade con TGM fino a 37.000 durata teorica 20 anni	Soluzione RPA1		Soluzione RPA2		Soluzione RPA3	
	USURA DRENANTE 4 cm		USURA DRENANTE 4 cm		USURA DRENANTE 4 cm	
	CB di binder hard 6 cm	5 10	CB di binder hard 7 cm	5 10	CB di binder hard 7 cm	
	CB di base hard 14 cm	15 20 25	CB di base freddo con emulsione 20 cm	15 20 25	CB di base hard 15 cm	
	Schiumato 23 cm	30 35 40 45	Schiumato 23 cm	30 35 40 45	Misto cementato 20 cm	
	eventuale stabilizzazione del sottofondo	50 55	eventuale stabilizzazione del sottofondo	50 55	trattamento del sottofondo	

Soluzione RPB per traffico medio su strade con TGM fino a 14.000 durata teorica 20 anni	Soluzione RPB1		Soluzione RPB2		Soluzione RPB3	
	USURA DRENANTE 4 cm		USURA DRENANTE 4 cm		USURA DRENANTE 4 cm	
	CB di binder hard 5 cm	5 10	CB di binder hard 5 cm	5 10	CB di binder hard 5 cm	
	CB di base hard 10 cm	15 20 25	CB di base freddo con emulsione 16 cm	15 20 25	CB di base hard 10 cm	
	Schiumato 20 cm	30 35 40	Schiumato 20 cm	30 35 40	Misto cementato 20 cm	
	eventuale stabilizzazione del sottofondo	45	eventuale stabilizzazione del sottofondo	45 50	trattamento del sottofondo	

- - - - - Mano d'attacco con bitume modificato hard

### 17.1.5. PROGETTO DELLE PAVIMENTAZIONI PER NUOVE COSTRUZIONI (NC)

Nel caso di realizzazione di nuove pavimentazioni, quindi probabilmente senza materiale da riciclare, vanno utilizzate preferibilmente le tipologie di pavimentazione descritte nelle figure seguenti che prevedono uno strato di fondazione in schiumato miscelato in sito (o premiscelato in impianto), preceduto da uno strato in misto granulare, oltre agli strati in conglomerato bituminoso realizzati a caldo sempre con l'utilizzo di bitume modificato.



La diversa composizione degli spessori dei vari strati costituenti l'intervento rendono indicativamente la soluzione NC1 idonea in presenza di rilevante traffico tipo autostradale con % di veicoli commerciali fino al 20%, mentre la soluzione NC2 può essere idonea in presenza di rilevante traffico tipo strade extraurbane con % di veicoli commerciali fino al 10%.

Disponendo del TGM (Traffico Giornaliero Medio) e della percentuale dei veicoli commerciali è possibile calcolare il traffico in termini di passaggi di assi equivalenti da 12 t e conseguentemente scegliere la soluzione di intervento più idonea.

La scelta dello schiumato e dei bitumi modificati come leganti degli strati superiori discende dalla esperienza pregressa fatta con le sottobasi con il solo legante cementizio (misti cementati) che spesso presentano problemi di durata per svariati motivi; gli schiumati, oltre al contenuto in cemento, con l'aggiunta della schiuma di bitume permettono, se ben addensati, durate certe e molto elevate, se abbinati a strati superiori del tipo descritto. I misti granulari di fondazione hanno la funzione di congruaggio e drenaggio dei sottofondi e sono posti agli spessori minimi operativi. Non si accettano di norma varianti non concordate con il CSS in quanto sarebbero carenti di curve di controllo che andranno comunque ridefinite dal CSS con le soluzioni alternative.

Potranno essere adottate soluzioni di intervento differenti rispetto a quelle indicate, sia per gli spessori che per le tipologie dei materiali impiegati, tuttavia, dovranno essere adottati i materiali e le tipologie di lavorazione contemplati nelle Norme Tecniche e comunque, attraverso il CSS di Cesano, adranno definite le curve di controllo specifiche per la verifica della portanza valutata attraverso l'indicatore prestazionale IS300.

Lo strato di fondazione con bitume schiumato è da preferire al misto cementato perché garantisce una migliore resa e lavorabilità tuttavia, se previsto in progetto, il cementato potrà sostituire lo schiumato rimanendo valide le relative curve di controllo per un anno di maturazione ed i relativi calcoli di durata teorica. In alternativa allo strato di usura drenante, anche in funzione delle effettive condizioni locali, è possibile realizzare una usura chiusa in conglomerato bituminoso sempre con bitume modificato hard e conforme alle tipologie riportate nelle Norme Tecniche, in questo caso non sono previste variazioni sulle curve di controllo.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare sono riportate in specifici paragrafi delle Norme Tecniche a cui si rimanda, per ciascuno di essi è poi assegnata una specifica voce nell'Elenco Prezzi per la determinazione dei costi di intervento.

Si riportano di seguito le curve di controllo della portanza rimandando all'Art. 10.4 tutte le altre considerazioni.



10 GIU. 2016



## **ART.18 APPENDICE - SOLUZIONI INDICATE PER I PROGETTI DI MANUTENZIONE E RIPRISTINO ATTRAVERSO RISANAMENTI PROFONDI (RP) O RISANAMENTI SUPERFICIALI (RS)**

### **18.1. CRITERI GENERALI DELLE SOLUZIONI DI INTERVENTO PROPOSTE**

Nelle tipologie di pavimentazioni proposte, per gli RP le fondazioni sono realizzate mediante il riciclaggio a freddo, con bitume schiumato, della fondazione esistente, (con aggiunta di cemento per le resistenze iniziali) o, in alternativa, mediante la realizzazione di uno strato in misto cementato.

In tal caso aumentano gli oneri per la rimozione degli strati esistenti ed i tempi di realizzazione dell'opera, dovendo attendere il livello minimo di maturazione prima di realizzare gli strati superiori; questa soluzione va quindi adottata solo quando le caratteristiche dei materiali in sito non si prestano alla schiumatura e richiedono quindi una rimozione.

Gli strati in conglomerato bituminoso sovrastanti prevedono sempre l'impiego a caldo di bitumi modificati con elastomeri ed un parziale utilizzo di materiale riciclato, oppure, l'impiego di emulsioni bituminose con materiale riciclato fino al 100% mescolati a freddo.

L'impiego di conglomerati bituminosi modificati con plastomeri, direttamente messi nei mescolatori a caldo, non rientra negli interventi risolutivi previsti, in quanto attualmente difficilmente valutabili in termini di durata a fatica e può essere usato solo per rappezzi o interventi localizzati. In futuro verranno meglio valutate le prestazioni per un loro inserimento più esteso.

L'impiego del bitume "tal quale" (TQ), senza aggiunta di modifiche, comporterebbe una forte riduzione della vita utile della pavimentazione di almeno il 30%, rispetto a quanto riportato negli schemi RPi ed RSi; l'impiego di bitume modificato è particolarmente importante negli strati di base.

Lo strato di usura potrà essere realizzato con usura drenante sempre su tutta la carreggiata e sempre con bitume modificato hard, ma solo per i pacchetti con durate di almeno 5 milioni di assi da 12 t, altrimenti andrà realizzata un usura chiusa da 3 cm o altre miscele indicate nelle Norme Tecniche.

Nel caso dei risanamenti superficiali si è ipotizzata la presenza di uno spessore complessivo di conglomerato bituminoso esistente di almeno 20 cm (per spessori minori occorre valutare le condizioni del sottofondo o passare ad una soluzione tipo RPC).

Ricordiamo inoltre che alla base della nuova pavimentazione della zona risanata, nel cavo fresato, sia sempre prevista la stesa di una mano d'attacco con bitume modificato hard.

Nei risanamenti di tipo superficiale si prevede sempre l'impiego di conglomerati bituminosi confezionati a caldo e con bitumi modificati. Lo strato di usura potrà essere realizzato in copertura sull'intera carreggiata nel caso di carreggiata unica e corsia opposta in cattive condizioni. Lo strato di usura verrà invece realizzato nel cavo se non si giudica necessario, o possibile, realizzarlo su tutta la carreggiata. La necessità o la possibilità verrà giudicata a seconda delle condizioni della corsia adiacente, danneggiata o meno, delle quote, dei sovrappassi, dell'impatto sul traffico, ecc..

Le soluzioni proposte e le durate previste risultano valide nel rispetto delle ipotesi qui riportate e potranno essere garantite solamente attraverso il rispetto delle Norme Tecniche prestazionali che dovranno essere allegate ai Contratti di Appalto.

Nelle Norme Tecniche sono fornite le prescrizioni di progetto ed i criteri di valutazione dei materiali da impiegare nonché i livelli prestazionali richiesti alle nuove pavimentazioni tutti misurabili ad Alto Rendimento.

### **18.2. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI DI INTERVENTO**

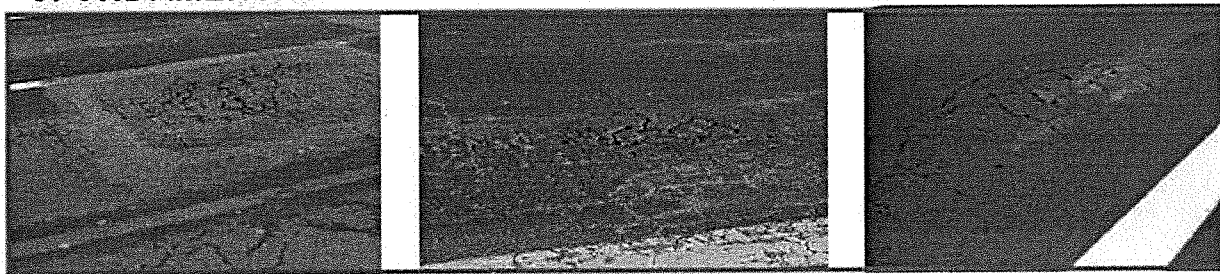
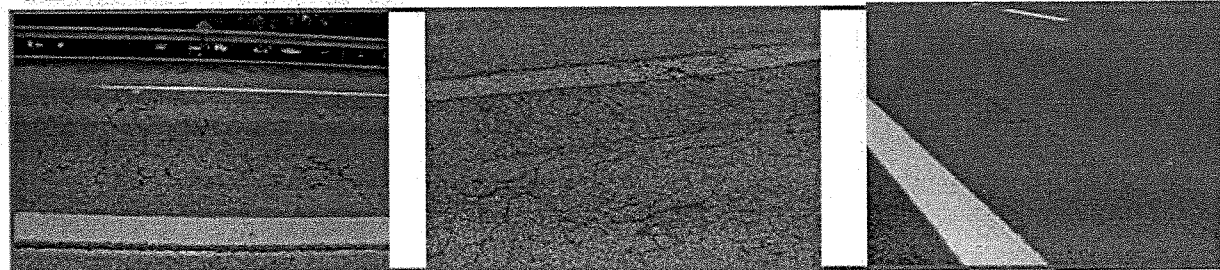
Le soluzioni di intervento, oltre che dipendere dal traffico, dipendono anche dallo stato di ammaloramento superficiale valutato attraverso analisi visive effettuate da operatori in loco o ottenute attraverso il processamento di immagini registrate con sistemi di rilievo automatici.

Nel seguito viene riportata una serie di esempi che rappresentano gli sfondamenti, le fessure definite pesanti e le fessure definite leggere, come più frequentemente si presentano sulle pavimentazioni stradali ammalorate.

La tipologia del difetto, insieme alla sua estensione, definisce la scelta di intervento da adottare, sempre nel rispetto degli altri vincoli, tra cui quelli economici.

In generale la decisione di effettuare i risanamenti profondi dipende dalla diffusione degli sfondamenti nei singoli tratti stradali; sarà anche necessario effettuare alcuni sondaggi così come indicato nelle Norme Tecniche; Tali sfondamenti saranno individuati con criteri visuali, l'uso di misure di portanza verrà effettuato nei casi di non chiara definizione.



**SFONDAMENTI a****FESSURE PESANTI b****FESSURE LEGGERE c**

Indicazioni operative per il progetto:

In mancanza di misure di portanza con conseguente individuazione di tratti omogenei, la scelta del tipo di intervento si fa individuando il tratto degradato e poi:

- se prevalgono gli **sfondamenti** per più del 30% RPi
- se prevalgono le **fessure pesanti** per più del 40% RS1
- se prevalgono le **fessure leggere** per più del 40% RS2

Lo **sfondamento** è evidenziato dalla risalita di limo; le **fessure pesanti** sono accompagnate da sconfigurazioni del piano viabile; le **fessure leggere** non hanno sconfigurazioni del piano viabile.

Combinazioni diverse dei tre tipi di degrado vanno valutate di volta in volta; se quelli dello stesso tipo sono concentrati e continui la scelta è agevole; con degradi diversi distribuiti a macchia di leopardo, la scelta sarà dettata da motivi di disponibilità economica.

Comunque negli interventi di tipo RS gli sfondamenti localizzati vanno trattati separatamente prima dell'intervento corrente bonificando i sottofondi con materiale granulare non legato o con materiale fresato.

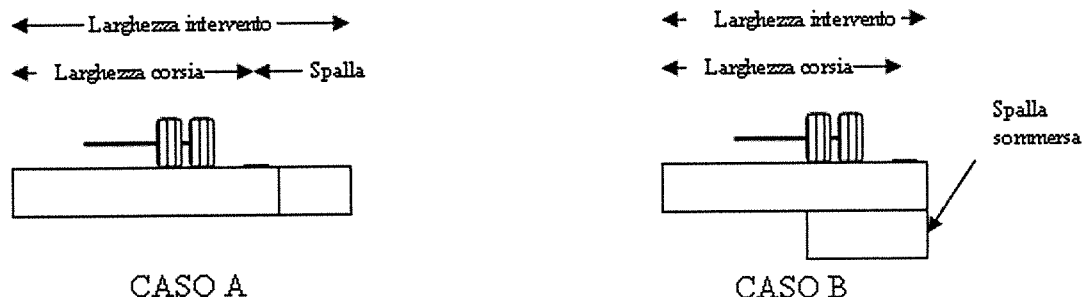
### **18.3. LUNGHEZZA ED UBICAZIONE TRASVERSALE DEGLI INTERVENTI NELLA SEZIONE STRADALE**

Gli interventi dovranno avere una lunghezza minima compatibile con le condizioni della strada e con le tecniche impiegate; occorrerà quindi individuare dei tratti con condizioni omogenee di degrado e l'eventuale presenza di tratti non degradati o meno degradati, di lunghezza inferiore a 50 m ad essi intermedi, andranno risanati con la stessa tecnica dei tratti adiacenti senza interrompere il cantiere; la lunghezza complessiva così individuata dovrà essere di almeno 500 m. Questa misura ottimizza la gestione del cantiere quando si usano macchine complesse come i treni di

riciclaggio e non dovrebbe essere disattesa salvo casi particolari. Comunque gli interventi complessivi sul tratto, anche separati tra loro, devono essere almeno di qualche chilometro per raggiungere una omogeneità di risultato.

È importante posizionare l'intervento nella sezione esistente in relazione ai bordi strada, scegliendo anche la sua larghezza, in modo che sia realizzabile al meglio con macchine operatrici di diverso tipo, onde evitare lavorazioni incomplete nella zona maggiormente transitata dalle ruote del lato destro dei veicoli pesanti.

E' necessario garantire la presenza di una adeguata "spalla" che andrebbe preferibilmente realizzata sul lato esterno della pavimentazione aumentando la larghezza dell'intervento rispetto alla larghezza della corsia, in modo che i veicoli pesanti scorrano ad almeno 40 cm dal bordo della strada, in alternativa, per motivi di spazio, dovrà essere realizzata sotto la pavimentazione, tramite uno scasso da 0,60 a 1,00 m di larghezza e profondità 20 cm, da riempire con lo stesso materiale usato per la fondazione e rullato preventivamente a quest'ultima.



L'indicazione di quanto esposto è riportata nelle figure che seguono.

La spalla nel caso A è fatta con gli stessi materiali dell'intervento e si ottiene semplicemente allargando il medesimo nel modo indicato; nel caso B la spalla si realizza con il materiale della fondazione, la DL, per quest'ultima, potrà decidere modalità e materiali di costruzione diversi a seconda delle macchine operatrici disponibili.

#### 18.4. TRAFFICO DI RIFERIMENTO PER LE SCELTE DEGLI INTERVENTI

Il traffico viene espresso in termini di traffico giornaliero medio (TGM), ed in base alla definizione di percentuali, combinazioni e tipologie di traffico pesante, vengono fornite anche le durate in termini di passaggi di assi equivalenti da 12 t.

Di seguito sono riportate le formule di trasformazione per passare da TGM a numero di passaggi di assi equivalenti da 12 t e quindi alle durate in anni.

Si prevedono tre diversi livelli di traffico indicati con le lettere A, B e C per gli interventi profondi ed altri tre, di entità minore, per i risanamenti superficiali che di norma dovrebbero essere effettuati solo su strade con traffico modesto; di seguito sono comunque indicate le durate presunte che si ottengono utilizzando soluzioni più deboli, rispetto a quelle indicate, su strade a grande traffico.

I livelli di traffico non vengono considerati rilevanti, ai fini della determinazione delle soluzioni di intervento, in caso di riparazioni superficiali di soccorso, localizzati o estesi, e per i trattamenti superficiali.

#### 18.5. TRAFFICO E DURATE TEORICHE DI PROGETTO DELLE PAVIMENTAZIONI

Non si riportano in quanto non valutabili analiticamente le durate degli interventi di soccorso

Le durate teoriche di progetto delle pavimentazioni sono espresse in termini di passaggi di assi equivalenti da 12 t trasformando la composizione di traffico dei veicoli commerciali (> 3 t) attraverso coefficienti di equivalenza (0.4 assi di riferimento da 12 t = 1 veicolo commerciale).

I numeri riportati nel seguito esprimono ordini di grandezza e non dati certi, ma servono per le decisioni di cui si parla; i dati di composizione del traffico e le formulazioni che hanno portato a queste valutazioni sono riportate in fondo.

DURATE DEI RISANAMENTI PROFONDI									
	RPA			RPB			RPC		
TGM	50.000	28.000	15.000	50.000	28.000	15.000	50.000	28.000	15.000
anni	20	31	46	13	20	32	7	12	20



10 GIU. 2016



<b>DURATE DEI RISANAMENTI SUPERFICIALI</b>										
	RS1 o RS2									
TGM	28.000	5.000	3.000	1.500	5.500	3.000	1.500	5.500	3.000	1.500
anni	2	8	13	23	4	8	15	2	4	8

Nelle tabelle delle linee guida i risanamenti profondi sono calcolati per una durata di 20 anni nelle tre diverse condizioni di traffico (A, B e C), mentre le durate dei risanamenti superficiali sono calcolate per 8 anni.

Naturalmente se si fanno soluzioni, come quelle indicate, per traffici minori o maggiori, la durata corrispondente varierà come indicato in tabella.

Nel caso si operi con semplici ricoperture di 5 cm (per carenze di budget) occorre tenere presente che le durate sarebbero di molto inferiori come riportato nella tabella che segue.

<b>DURATE DEI RAFFORZAMENTI CON COPERTURA 5 CM</b>						
	Fessurazioni pesanti			Fessuraz		
TGM	5.500	3.000	1.500	5.500	3.000	1.500
anni	<1	<1	1	<1	1,5	3

Si evince quindi che spesso è preferibile operare con soluzioni di maggior durata rispetto a quelle dettate dalle carenze budgetarie, perché interventi di durata troppo bassa darebbero luogo a tratti stradali sempre in cattive condizioni per eliminare le quali si dovrebbero ripetere più volte gli interventi minimi di cui si parla.

E' preferibile quindi operare con soluzioni più durature riducendo eventualmente i tratti su cui si interviene e trattando gli altri con sistemi RSS.