



Tangenziale di Napoli S.p.A.

LAVORI DI MANUTENZIONE

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

**Nuove Costruzioni
Manutenzione Straordinaria**

PARTE I

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 Qualità, provenienza e impiego dei materiali

- 1.1 Accettazione dei materiali
- 1.2 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale
- 1.3 Impiego dei materiali
- 1.4 Provvista dei materiali
- 1.5 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto
- 1.6 Difetti di costruzione

Art. 2 Dichiarazione di conformità e marcatura CE

- 2.1 Marcatura CE - Materiali
- 2.2 Marcatura CE - Macchinari

MATERIALI

Art. 1 Conglomerati bituminosi

Art. 2 Conglomerati bituminosi FRESATI

PARTE II

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 1 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

- 1.1 Leganti bituminosi di base e modificati
 - 1.1.1 Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali
 - 1.1.1.1 Bitumi di base
 - 1.1.1.2 Caratteristiche del bitumen di base "BM" per la modifica con polimeri
 - 1.1.1.3 Leganti bituminosi modificati
 - 1.1.1.4 Certificazione di qualità
 - 1.1.2 Bitumi modificati con additivi
 - 1.1.3 Bitumi con modifica "MEDIUM"
 - 1.1.4 Bitumi con modifica "HARD"
 - 1.1.5 Emulsioni bituminose cationiche
 - 1.1.6 Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)
 - 1.1.7 Dopes di adesione
 - 1.1.8 Modificanti strutturali (MST)
 - 1.1.8.1 Fibre di natura minerale (vetro)e mista vetro+agglomerante)
- 1.2 Conglomerati bituminosi a caldo
 - 1.2.1 Prescrizioni generali
 - 1.2.1.1 Materiali fresati
 - 1.2.1.2 Penali
- 1.3 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume "Normale", "Medium" e "Hard"
 - 1.3.1 Descrizione
 - 1.3.2 Bitume
 - 1.3.3 Aggregati
 - 1.3.4 Attivanti chimici di adesione
 - 1.3.5 Posa in opera
 - 1.3.6 Prescrizioni progettuali
 - 1.3.6.1 Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiore a 2 mm.
 - 1.3.6.2 Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiore a 2 mm.
 - 1.3.6.3 Los Angeles
 - 1.3.6.4 Sensibilità al gelo
 - 1.3.6.5 Strati di usura: Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLMix.(denominati CLA e CLA mix nelle precedenti NTA)
 - 1.3.6.6 Coefficiente di imbibizione
 - 1.3.6.7 Coefficiente di forma
 - 1.3.6.8 Equivalente in sabbia

- 1.3.6.9 Spogliamento in acqua
- 1.3.6.10 Additivi
- 1.3.6.11 Argilla espansa - Resistenza allo schiacciamento
- 1.3.7 Miscele
- 1.3.7.1 Quantità di bitume
- 1.3.7.2 Prove volumetriche e meccaniche
- 1.3.7.3 Requisiti di idoneità
- 1.3.8 Miscele di usura con impiego di argilla espansa
- 1.3.8.1 Aggregati
- 1.3.8.2 Confezione delle miscele
- 1.3.8.3 Requisiti di accettazione
- 1.3.8.4 Posa in opera delle miscele
- 1.3.9 Geocomposito per il rinforzo pavimentazioni in conglomerato bituminoso

PARTE III

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 1 Norme generali

Art. 2 Lavori in economia

Art. 3 Conglomerati bituminosi

PARTE I

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 Qualità, provenienza e impiego dei materiali

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

1.1 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

- a) prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;
- b) identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata;
- c) certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;
- d) accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e, se necessario, mediante prove sperimentali di accettazione;
- e) ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c) e d) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto e) sono a carico della Committente, permanendo - anche per quest'ultime - a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.

Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c) o d), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

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

1.2 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità della Committente.

Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di "Non Conformità", gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale.

Le lavorazioni oggetto di procedura di "Non Conformità" non verranno contabilizzate fino a quando il Direttore dei Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l'intervenuta risoluzione della non conformità. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell'opera non conforme.

1.3 Impiego dei materiali

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

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

1.4 Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purchè essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, nè all'incremento dei prezzi pattuiti. Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

1.5 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il Direttore dei Lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile unico del procedimento.

1.6 Difetti di costruzione

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

Art. 2 Dichiarazione di conformità e marcatura CE

I prodotti che riportano la marcatura CE - che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali del Regolamento UE n°305/2011 - beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

2.1 Marcatura CE - Materiali

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare - ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta - la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

2.2 Marcatura CE - Macchinari

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

MATERIALI

Vengono di seguito riassunte le caratteristiche dei materiali di più frequente utilizzo nelle lavorazioni. Per tutti gli altri componenti occorrerà fare riferimento agli specifici capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

Art. 1 Conglomerati bituminosi

I materiali di base da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. Relativamente alle loro miscele e lavorazioni valgono le prescrizioni o le indicazioni prestazionali contenute negli appositi paragrafi.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle Norme Tecniche, in base a giudizio della Direzione 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 ed alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto di legante (categoria e valore reale)
- Composizione granulometrica (valore %)
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categorie e valore reale)

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.)

Art. 2 Conglomerati bituminosi fresati

I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, di proprietà della stazione Appaltante o dell'Appaltatore, 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 altri materiali vergini, come descritto all'art. 31, oppure per la costruzione di rilevati di

qualsiasi tipo, come descritto all'art. 3, per piazzole disosta, 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. Lo stoccaggio definito "messa in riserva" e l'impiego definitivo del fresato deve rispondere a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia.

Il fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri inerti separando il fresato derivante da pavimentazione drenante dal fresato di altra origine.

Sarà compito dell'Impresa provvedere alla vagliatura del materiale in modo da separarlo in classi granulometriche che ne favoriscano l'ottimale reimpiego.

PARTE II

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Premessa

I controlli e le verifiche eseguite dalla stazione appaltante nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'Appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, nè la garanzia dell'Appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'Appaltatore, nè alcuna preclusione in capo alla stazione appaltante.

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento alle Norme Tecniche sottoelencate:

- "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D. M. 14/01/2008 in vigore, emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge n. 1086 del 5/11/1971, nonché dell'art. 1 della Legge n. 64 del 2/2/1974 (D.M. LL.PP. 2/8/1980, circ. LL.PP. n. 20977 del 11/11/1980, D.M. 11/3/1988 e successivi aggiornamenti);
- "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", Circolare 2 febbraio 2009, n°617 C.S.LL.PP.
- «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento» di cui al D.M.LL.PP. 20/11/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- «Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate» di cui al D.M. LL.PP. 3/12/1987, emanate in applicazione della Legge n. 64 del 2/2/1974;
- alla Circolare n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti, riguardante la fornitura in opera dei beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;

- agli ordini che la Direzione Lavori le impartirà, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, in accordo con i Progettisti, riterranno di emettere.

Pertanto, fermo restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile dell'esecuzione delle opere. Con cadenza giornaliera e con un anticipo minimo di 24 (ventiquattro) ore, rispetto allo svolgersi delle lavorazioni, l'Impresa dovrà comunicare in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori, quali di queste ultime intenderà intraprendere. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori. In caso di mancata trasmissione del programma o di cambiamenti a questo apportati, la Direzione Lavori potrà procedere alla verifica ed al controllo di quanto eseguito tramite i mezzi di indagine (distruttivi e non distruttivi) che di volta in volta riterrà più opportuni. Gli oneri per l'esecuzione di ogni controllo supplementare saranno a totale carico dell'Impresa. La conformità a quanto previsto dal progetto, sarà sancita dalla redazione di un apposito verbale di constatazione, firmato dal Direttore dei Lavori o in sua vece dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali, da lui incaricato e dal Direttore Tecnico dell'Impresa: il verbale riporterà, oltre ai dati identificativi della lavorazione, i tipi e la quantità dei controlli eseguiti.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

Art. 1 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

1.1 Leganti bituminosi di base e modificati

1.1.1 Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali

I leganti bituminosi semisolidi di base per usi diretti o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante: distillazione primaria (topping e vacuum); conversione (cracking termico, visbreaking);

I leganti bituminosi usati senza alcun trattamento sono di normale produzione da raffineria vengono definiti di tipo A e vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all'art. 31.2.

I bitumi da modificare con additivi sono denominati di "base modifica" e chiamati "BM",

La tabella sinottica I° che segue indica i diversi tipi di leganti utilizzabili; quella successiva, denominata tabella sinottica II° i conglomerati in cui vengono impiegati e la terza, tabella sinottica III°, gli additivi utilizzati nelle modifiche.

TAVOLA SINOTTICA I° LEGANTI BITUMINOSI NORMALI E MODIFICATI

Categoria Leganti	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Bitume tal quale per usi diretti	3.2.	A, A1	CB, CBS
Bitume di base per modifiche	3.2.1.	BM	CBM, CBH, CBD, MT, MTF, TSC, CBV, S, GT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Medium(°)	3.3.3.	B	CBM
Bitume Hard	3.3.4.	C	CBH(°°), CBD, CBMD, CBV, CBMU, CBDC, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP, ECD
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	3.3.5.	D	MTF, CBRF
Bitume Hard per: Sigillature, Giunti tamponi	3.3.6.	E	S, GT
Emulsioni bituminose cationiche	3.3.7.	F1, F2	MAF
Altri materiali coadiuvanti l'azione legante	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Attivanti chimici funzionali	3.3.8.	A.C.F.	CBR(°°°), CBRF, CBS
Dopes di adesione		DOP	Dove previsto dall'art. 3.3.6
Fibre di natura minerale (vetro) o miste	3.4.1.	MST	CBD, TSC, MT, CBMD, CBMU, ECD
Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo	3.4.2.	MST	MTF
Leganti sintetici	3.5.	LS	TSS

(°) Usato nei CB quando il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti (Tab. 31.1.1.1)

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura) vedi art.31.2

TAVOLA SINOTTICA II° CONGLOMERATI BITUMINOSI

Sigla	Campi di applicazione
CB	Conglomerati bituminosi con bitume tal quale
CBM	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Medium"
CBH	Conglomerati bituminosi ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fono-assorbente monostrato
CBMD	Conglomerato bituminoso micro-drenante per usura
CBDC	Conglomerato bituminoso drenante calcareo
CBR	Conglomerato bituminoso riciclato
CBMU	Conglomerato bituminoso micro-usura
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
ECD	Conglomerato bituminoso ecodrenante
CBS	Conglomerato bituminoso schiumato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclati a freddo con emulsione
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
MTF	Microtappeti a freddo
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD,CBDC
MAMT	Mano di attacco per MT, CBMU
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP(lastra in cls ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali

TAVOLA SINOTTICA III° ADDITIVI

Sigla	Polimeri e Additivi
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
A.C.F.	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre Minerali (vetro) o Miste
FV	Fibre Vegetali
LS	Leganti Sintetici

1.1.1.1 Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria (definiti tipo A) con le caratteristiche indicate in Tab.31.1.1.1

impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo di cui all'art. 31.2 Nella Tab. 31.1.1.1 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio. I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalle normative: UNI EN 58/2005.

TABELLA 31.1.1.1 Bitume "A" (50/70)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	46-56
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -6
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C gradiente di velocità $d\gamma/dt = 10 \text{ s}^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.05 - $\leq 0,2$
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	$\leq 0,5$
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

1.1.1.2 Caratteristiche del bitumen di base "BM" per la modifica con polimeri

Per i leganti bituminosi semisolidi di base BM indichiamo 8 caratteristiche più i frazionamenti chimici riferiti agli asfalteni, polari (resine), aromatici, saturi determinati mediante analisi TLC/FID Iatroscan. Per questi ultimi, i valori dei rapporti asfalteni/resine e saturi/aromatici dovranno essere tali da rientrare nel quadrante di compatibilità riportato nel diagramma 31.1.1.2. seguente, inoltre si dovrà rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8, obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a $T=160^{\circ}\text{C}$, perdita per riscaldamento (volatilità) a $T=163^{\circ}\text{C}$, penetrazione e punto di rammollimento, obbligatoria sempre la rispondenza

nelle grandezze riferite ai rapporti dei frazionamenti chimici del diagramma 31.1.1.2.

Nella tabella 31.1.1.2 e nel diagramma 31.1.1.2 sono riportate le caratteristiche che deve avere il prodotto di base modifica "BM" quando viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58/2005.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste nella tabella 31.1.1.2 comporta l'applicazione delle penalità di cui all'art. 31.1.1.3.

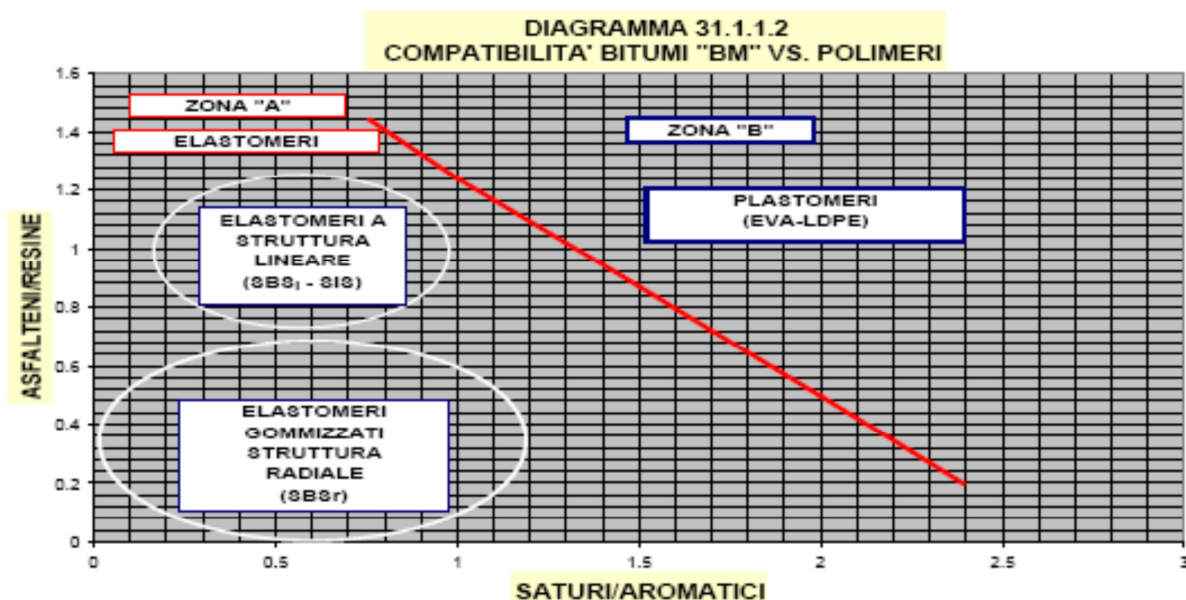


TABELLA 31.1.1.2 Bitume BM

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	80-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	40-44
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10 \text{ s}^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.1
Valori dopo RTFOT			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	$\leq 0,5$

Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 9

1.1.1.3 Leganti bituminosi modificati

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi (vedi tavola sinottica III°).

Possono anche essere modificati con azione termo-meccanica come avviene per i bitumi schiumati.

Nel seguito indichiamo le 9 caratteristiche dei bitumi modificati "Medium" siglati: "B" e "D", e le 10 caratteristiche per quelli a modifica "Hard" siglati "C".

Si deve rientrare nei limiti per almeno 5 caratteristiche su 9 e 5 caratteristiche su 10 per i bitumi modificati siglati: B, D, C; è sempre obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla: viscosità dinamica a T=160°C, penetrazione, punto di rammollimento, ritorno elastico a T=25°C e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi modificati non risultino come da richieste testé definite, o per carenza definita nell'art. 31.1.1.1 o per carenza della modifica, verranno penalizzati del 10% i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche prestazionali del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica II° sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

1.1.1.4 Certificazione di qualità

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori Certificati in Qualità che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del

16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996). La Direzione Lavori e la Committente potranno effettuare in contraddittorio, in ogni momento e a loro insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

1.1.2 Bitumi modificati con additivi

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducano l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o permettano altri risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica "BM" (vedi tab.31.1.1.2) con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

Bitume con modifica "MEDIUM" (caratteristiche sono riportate nella tabella 31.1.3.)

Bitumi con modifica "HARD" (caratteristiche riportate nelle tabelle 31.1.4. ,31.1.5., 31.1.6.)

I bitumi con modifica " MEDIUM " possono essere impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, mentre i bitumi a modifica "HARD", utilizzabili in tutte le miscele, devono essere tassativamente impiegati nelle miscele particolari indicate nella Tavola sinottica I° art. 31.1.1 salvo diversa indicazione della Committente.

I bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", preparati da "MASTER" (bitume madre modificato con percentuali elevate di polimero) devono essere successivamente tagliati per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nelle tabelle 31.1.3., 31.1.4., 31.1.5., 31.1.6.

Per i bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio.

La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione). La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, Certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nelle tabelle: 31.1.3., 31.1.4., 31.1.5., 31.1.6.

In questo caso i carichi di bitume base modifica devono essere testati almeno sui valori del punto di rammollimento e della penetrazione (vedi tab.31.1.1.2).

1.1.3 Bitumi con modifica "MEDIUM"

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non permettono le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento ed usura. La modifica deve conseguire sul legante i seguenti risultati :

TABELLA 31.1.3. - BITUME "MEDIUM"- LEGANTE "B"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	$\leq \square - 10$
Viscosità dinamica a 160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10$ $s^{(-1)}$	Pa*s	UNI EN13702-2	$\geq 0,10$ $- \leq 0,3$
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 65
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12067-1	$\leq \square 0,8$
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 8

1.1.4 Bitumi con modifica "HARD"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi "Hard" - CBH (Vedi tavola sinottica I°), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), microtappeti ad elevata rugosità (MT), microtappeti superficiali a freddo tipo "Macro Seal" (MTF), mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco per micro-usure (CBMU), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV), mano di attacco per PCP (lastra in cls ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S), giunti a tampone (GT), pavimentazioni di viadotti (CBV), sono riportate nelle tabelle che seguono. Tipologie di modifica diverse saranno valutate prima dell'uso, di volta in volta dalla Direzione Lavori.

TABELLA 31.1.4. - BITUME HARD - LEGANTE "C"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12693	$\leq \square - 12$
Viscosità dinamica a 160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10$ $s^{(-1)}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.15 $- \leq 0,40$
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Resistenza a fatica, $G \cdot \sin \delta$, 1.0kPa (0.145 psi), a 10 rad/s, 50°C	Kpa	SHRP B-003	≥ 9
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	$\leq \square 0,8$
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 5

TABELLA 31.1.5. - BITUME HARD - LEGANTE "D" (**)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
-----------------	-------	-----------------	--------

Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ - 10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità $\dot{\gamma}/dt = 10$ s^{-1}	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.05 - ≤ 0,20
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 60
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180 °C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	≤ □0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 10

(**) Da usare in emulsione con acqua, agenti emulsionanti e flussanti

(****) Valori determinati sul residuo secco ricavato per distillazione del prodotto emulsionato (CNR100/84)

(*****) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 31.1.6. - BITUME HARD - LEGANTE "E"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	20-40
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ □ - 10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità $\dot{\gamma}/dt = 10$ s^{-1}	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.70 - ≤ 2,00
Ritorno elastico a25°C, 50 mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 4
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	≤ □0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 15
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 10

I bitumi hard (art.31.1.4 tab 31.1.4) potranno inoltre essere sottoposti a prova ReoDin (Metodologia Prova Interna CS-05) mediante reometro dinamico rotazionale (Dynamic Shear Rheometer). La metodologia è con sistema piatto-piatto (25mm di diametro e 1 mm di apertura) con controllo di taglio ($\tau = 200\text{Pa}$ con frequenza di oscillazione di 1,59 Hz), in controllo di temperatura (da 6°C a 86°C) e step di 0,017 °C/sec.

I valori di G^* (modulo complesso) e δ (angolo di fase) devono essere contenuti nei fusi qui riportati

Temperatura (°C)	Fuso G^* (Pa)		Fuso δ (°)	
5	3000000	7000000	2	10
10	2500000	6000000	6	16
15	1800000	4500000	11	30
20	900000	2800000	19	48
25	330000	1500000	28	61
30	120000	700000	37	66
35	50000	320000	42	68
40	24000	150000	45	69
45	11000	80000	46	70
50	5400	42000	46	70
55	3000	23000	47	71
60	1600	13000	48	72
65	900	8000	50	74
70	500	5000	52	78
75	300	3000	54	83
80	160	1800	58	87
85	100	1200	62	90

1.1.5 Emulsioni bituminose cationiche

Le emulsioni bituminose cationiche, definite leganti "F1" e "F2" nella tavola sinottica I° andranno usate di massima per le mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

TABELLA 30.1.5.1 - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	" F1 " a rapida rottura (RR55)	" F2 " a media rottura (RM55)
Contenuto di acqua	% in peso	CNR n°100 a	≤ 45	≤ 40
Contenuto di legante (bitume + flussante)	% in peso	CNR n°100 b	≥ 55	≥ 60
Contenuto di flussante	% in peso	CNR n°100 c	≤ 2	≤ 6

Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min	% in peso	ASTM D244-72	≥ 55	≥ 54
Viscosità Engler a 20°C	°E	IP 212/66	3 / 10	5 / 12
Carica delle particelle		ASTM D244-72	Positiva	Positiva
Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	CNR BU 24	≤ 220	≤ 220
Punto di rammollimento, min	°C	CNR BU 35	≥ 35	≥ 35

1.1.6 Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i conglomerati bituminosi a caldo (CB "Normali", CBM "Medium" e CBH "Hard" per strati di Base - in zone ad alto traffico su indicazione della Direzione Lavori), per i Conglomerati Bituminosi riciclati a freddo (CBS e CBRF - in zone ad alto traffico su indicazione della Direzione Lavori) e per i Conglomerati Drenanti Riciclati (CBDR - impiego indispensabile in ogni caso).

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli A.C.F. devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita ;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli A.C.F. devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

TABELLA 31.1.6.1

Caratteristiche	Valore
Densità a 25/25°C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica a60°C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

L'accettazione degli A.C.F. è subordinata alle prove condotte da un Laboratorio autorizzato.

La loro presenza è verificata, sul bitume estratto dalle miscele, con il metodo di prova per la ricerca degli attivanti di adesione nei conglomerati bituminosi mediante analisi colorimetrica. Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68 (Riapprovata nel 74).

1.1.7 Dopes di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi in caso di impiego di inerti di natura acida, di bitumi di base e alcune modifiche soft (in base ai risultati di laboratorio), saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative, effettuate presso un Laboratorio autorizzato, avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova Colorimetrica (Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68-Riapprovata nel 74).

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0,2% ed il 0,4% in peso riferito al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

1.1.8 Modificanti strutturali (MST)

Sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi.

1.1.8.1 Fibre di natura minerale (vetro) e mista (vetro + agglomerante)

Per conglomerati bituminosi ad elevata % di vuoti (CBD, CBMD, MT, ECD, vedi art. 31.5), l'aggiunta della fibra è obbligatoria. La composizione chimico-fisica delle fibre di vetro è riportata in tabella 31.1.8.1.

A tale proposito si precisa che è preferibile l'impiego di fibre di tipo MISTO in cui la fibra di vetro si presenta pressata ed agglomerata mediante l'impiego di un prodotto addensante (cellulosa o altro); tale trattamento ha lo scopo di evitare la dispersione in aria della fibra di vetro, consentire una dosatura più accurata nell'impasto bituminoso e di aumentare lo spessore delle pellicola di bitume che riveste l'inerte.

L'impiego di fibre di tipo MISTO o solo MINERALE richiede sempre, per il confezionamento in impianto delle miscele, opportuni macchinari in grado di dosare, disgregare e disperdere finemente le fibre nel conglomerato.

Ciascuna tipologia di fibra dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione del Laboratorio Centrale per la verifica di idoneità, che sarà volta a verificare l'effettivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle miscele in cui vanno impiegate.

Nel caso di fibre di tipo MISTO la percentuale minima di fibra di vetro deve essere superiore al 70%.

TABELLA 31.1.8.1.
Composizione Chimica
Vetro "E" (Filato di vetro)

	%	tolleranze
SiO ₂	54	± 0,5
Al ₂ O ₃	14,4	± 0,5
Fe ₂ O ₃	0,25	± 0,15
TiO ₂	0,25	± 0,15
CaO	22,1	± 0,4
MgO	0,6	± 0,1

SrO	0,15	± 0,1
Na2O	0,51	± 0,15
K2O	0,38	± 0,15
B2O3	6,8	± 0,4
SO3	0,035	± 0,005

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	7/15
Superficie specifica fibra	cm ² /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ □550

1.2 Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Medium" l'altro a modifica "Hard". Esistono anche altri tipi di conglomerato non riportati nella tavola che segue per impieghi particolari e/o di tipo sperimentale; tutti sono descritti in appositi articoli e dovranno formare le prestazioni richieste.

TAVOLA SINOTTICA

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferita al bitume totale)
CB "Normali"	Base	> 75	< 25	3 - 5 (*)
	Collegamento	> 85	< 15	-----
	Usura	> 90	< 10	-----
CBM "Medium"	Base	> 70	< 30	3 - 5 (*)
	Collegamento	> 75	< 25	-----
	Usura	> 80	< 20	-----
CBH "Hard"	Base	> 70	< 30	3 - 5 (*)
	Collegamento	> 75	< 25	-----
	Usura	> 80	< 20	-----

(*) in zone ad alto traffico e su indicazione del centro rilevamento dati della Società di Fiano Romano - vedi art. (31.1.6)

1.2.1 Prescrizioni generali

Per la verifica preliminare di idoneità degli studi di progetto che l'impresa intende adottare per ogni cantiere di produzione, almeno tre mesi prima l'inizio delle lavorazioni, l'impresa ha l'obbligo di fare eseguire a sue spese, presso laboratorio autorizzato, prove di accettazione e di idoneità di tutti gli elementi che compongono le

miscele di progetto (aggregati, bitume, additivi ecc.). Gli studi di progetto devono essere presentati in originale e firmati dal responsabile dell'impresa alla D.L. e devono essere corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate.

Durante i lavori l'impresa esecutrice dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata e definita anche ai fini del pagamento, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della D.L. un registro in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera.

Molte delle indicazioni che seguono in questo articolo sono di tipo comportamentale e non eliminano, anche se seguite alla lettera, le responsabilità dell'impresa sui risultati finali del prodotto in opera, che sono o espressamente richiamati nel testo o riportati nell'apposito articolo 31.6; comunque anche le richieste comportamentali, se disattese, possono generare azioni di correzione da parte della Direzione Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici Rt, CTI (art. 31.3.7.3.2) e di quelli Volumetrici (art. 31.3.7.3.1) (questi ultimi calcolati con la % di legante di estrazione o, in mancanza, con la % di legante della miscela di progetto, rimanendo però nei range stabiliti all'art. 31.3.7.1) comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste all'art. 31.6

Variazioni percentuali nella composizione granulometrica, rispetto alla curva di progetto proposta, di $\pm 5\%$ per l'aggregato grosso e/o $\pm 3\%$ per il contenuto di sabbia CNR B.U. n° 95 del 31.01.1984 (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm, e/o di $\pm 1,5$ per il passante al setaccio UNI 0,075) e/o scostamenti percentuali del contenuto di bitume progettuale superiori a $\pm 0,25$, e/o variazioni della miscela degli inerti, qualora determinano nella miscela finale sia scompensi

volumetrici che prestazionali, comportano l'applicazione di penali come al successivo Art. 31.6.

Per quanto riguarda il contenuto del bitume, la tolleranza percentuale sopraindicata ($\pm 0,25$) che tiene normalmente conto della "incertezza di misura" collegata all'esecuzione della prova di estrazione, viene aumentata di un'ulteriore quantità (pari a 0,25) per tenere conto delle perdite di legante che si verificano nei passaggi intermedi prima dell'esecuzione della prova.

L'idoneità finale delle miscele superficiali sono condizionate dall'analisi eseguite mediante test accelerati di resistenza all'attrito radente di tipo "Abrasiometro Rotazionale" od altro sistema ad insindacabile scelta della D.L..

1.2.1.1 Materiali fresati

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella tavola sinottica dell'art. 31.2

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato, denominato "materiale da integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerati demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN13108-8.

Per l'ottimizzazione della curva granulometrica del fresato e del legante presente e per consentire lavorazioni uniformi, nel caso di utilizzo di materiali provenienti da fresature diverse sia per provenienza che per natura, potrebbe essere necessaria, prima del suo impiego, una ulteriore granulazione; occorre tener presente che tale operazione determina un ulteriore aumento delle parti fini nel materiale.

Il restante materiale deve essere costituito da inerti freschi con i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati di cui art. 31.2.

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati di base e collegamento; materiali provenienti da strati superficiali (usura, microtappeto, drenante ecc) per lo strato di usura.

Il bitume finale deve essere costituito da quello fresco (MODIFICA "SOFT"; "MEDIUM" o "HARD") e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (art. 31.1.6., tab.31.1.6.1).

I requisiti richiesti dalle prescrizioni progettuali (art. 31.3.) valgono sia per miscele che prevedono l'impiego di materiale da integrazione che per miscele completamente vergini.

1.2.1.2 Penali

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 31.6 delle presenti NTA e riguardano le caratteristiche del prodotto finito quali: durata a fatica, modulo di portanza, aderenza, regolarità, tessitura superficiale ecc.

1.3 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume "Normale", "Medium" e "Hard"

1.3.1 Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, riciclati, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie siderurgiche, loppe ecc.) ovvero dalla loro combinazione percentuale, impastati a caldo con bitume, in impianti automatizzati a volte dotati di sistemi di riscaldamento indiretto degli inerti provenienti da fresature di pavimentazioni ammalorate, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura), doppio tamburo ecc.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con idonei rulli.

1.3.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 31.1.

1.3.3 Aggregati

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE n°305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le

norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali addittivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI EN 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) ≥ 45 , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente $SI < 10$ e $FI < 10$.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'impresa deve avere stoccato una quantità di materiale necessaria ad assicurare almeno due settimane di lavorazione (considerando 80% della potenzialità produttiva dell'impianto).

1.3.4 Attivanti chimici di adesione

Vedi art. 31.1.7.

1.3.5 Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (art.31.1.5.) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere 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 di circa 1 metro di larghezza, normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

Per garantire la perfetta continuità tra gli strati sovrapposti della pavimentazione deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica al 55% uniformemente distribuita, anche sui bordi verticali, in una quantità variabile tra 0,5 e 1,0 kg/m² in funzione dello stato superficiale della pavimentazione, salvo in quei casi in cui è prevista una diversa mano di attacco sempre dei tipi riportati all'art.31.1.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

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

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso (almeno 30 kN gomma) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. La finitura del conglomerato dovrà essere realizzata con l' utilizzo di un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 140 kN, così come per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

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

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 31.6

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una percentuale assoluta dei vuoti non superiore all' 8%, valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8.

I dati di densità in sito possono essere assunti come prestazionali in carenza di altre misure di portanza.

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

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere 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. 31.6

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. 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 o simili, per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa non inferiore a 0,5 Kg/m².

1.3.6 Prescrizioni progettuali

1.3.6.1 Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiore a 2 mm.

Strato di base : minimo 85% di inerte frantumato (*)
Strato di collegamento : minimo 85% di inerte frantumato (*)
Strato di usura : 100% di inerte frantumato (**) escluso inerti non naturali.

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

(**) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà definita di volta in volta nelle curve di progetto con la Direzione Lavori.

1.3.6.2 Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiore a 2 mm.

Strato di base : minimo 60%
Strato di collegamento : minimo 65%
Strato di usura : minimo 80%

Le sabbie di frantumazione devono provenire da sabbie naturali, artificiali o sintetiche.

1.3.6.3 Los Angeles

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere:

Strato di base : $\leq 25\%$ in peso.
Strato di collegamento : $\leq 25\%$ in peso.
Strato di usura : $\leq 20\%$ in peso.

1.3.6.4 Sensibilità al gelo

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere :

Strati di base e di collegamento : $\leq 2\%$.

Strato di usura : $\leq 1\%$.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere:

Strati di base e di collegamento : $\leq 30\%$.

Strato di usura : $\leq 20\%$.

1.3.6.5 Strati di usura: Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VL_{mix}. (denominati CLA e CLA mix nelle precedenti NTA)

Deve essere misurato il valore di VL per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza) ed il fresato (materiale estratto); il valore di VL misurato sulle singole pezzature, escluse le sabbie, deve essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di VL ≤ 40

Il valore di VL_{mix} ricavato da tutte le pezzature uguali o superiori a 2 mm deve essere ≥ 45 .

Calcolo del VL_{mix}, :

a) Si misurano le MVA (massa volumetrica apparente) di tutte le pezzature escludendo il passante al 2 mm.

b) La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 2 mm.

c) Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;

d) Il valore VL_{mix} viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

1.3.6.6 Coefficiente di imbibizione

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature:

Strato di base e di collegamento : ≤ 0.015 .

Strato di usura: da definire in fase di progetto in funzione della natura degli inerti utilizzati.

1.3.6.7 Coefficiente di forma

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale a 10.

1.3.6.8 Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati $\geq 70\%$ (UNI EN 933-8).

1.3.6.9 Spogliamento in acqua

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la Committente si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

1.3.6.10 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il ΔPA deve essere $> 5^{\circ}C$ (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
 - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI CEN ISO/TS 17982-12).

1.3.6.11 Argilla espansa - Resistenza allo schiacciamento

Argilla espansa di tipo resistente, pezzatura 3/11: $\geq 2,7$ MPa (UNI EN 13055-2).

1.3.7 Miscele

Le miscele dei conglomerati devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

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

Serie e setacci UNI EN 933-1	Passante totale % in peso			
	STRATO DI BASE	STRATO DI COLLEGAMENTO	STRATO DI USURA TIPO "A"	STRATO DI USURA TIPO "B"
31,5	100	100	100	100
20	73 - 94	85 - 98	100	100
14	51 - 76	70 - 87	94 - 100	100
10	40 - 64	58 - 78	77 - 94	81 - 94
6,3	31 - 55	46 - 66	57 - 76	57 - 76
2	19 - 38	25 - 38	25 - 38	25 - 38
0,5	8 - 21	11 - 21	12 - 22	12 - 22
0,25	5 - 16	7 - 17	9 - 17	9 - 17
0,063	4 - 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10

Fuso A - usure da 4 - 6 cm

Fuso B - usure da 3 cm

1.3.7.1 Quantità di bitume

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati deve essere compresa nei seguenti intervalli, a seconda del tipo di legante usato:

Strato di Base normale : 4% - 5,5% del tipo descritto
nell'art. 31.1.1., tab. 31.1.1.1

Strato di Base Medium : 4% - 5,5% del tipo descritto
nell'art. 31.1.3., tab. 31.1.3.

Strato di Base Hard : 4% - 5,5% del tipo
descritto nell'art. 31.1.4., tab. 31.1.4.

Strato di Collegamento normale : 4,5% - 6,0% del tipo descritto
nell'art. 31.1.1., tab. 31.1.1.1

Strato di Collegamento Medium : 4,5% - 6,0% del tipo descritto
nell'art. 31.1.3., tab. 31.1.3.

Strato di Collegamento Hard : 4,5% - 6,0% del tipo descritto
nell'art. 31.1.4., tab. 31.1.4.

Strato di Usura normale : 5,0% - 6,5% del tipo
descritto nell'art. 31.1.1., tab. 31.1.1.1

Strato di Usura Medium : 5,0% - 6,5% del tipo descritto
nell'art. 31.1.3., tab. 31.1.3.

Strato di Usura Hard : 5,0% - 6,5% del tipo
descritto nell'art. 31.1.4., tab. 31.1.4.

1.3.7.2 Prove volumetriche e meccaniche

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi.

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

1.3.7.2.1 Pressa giratoria - Condizioni di prova

Angolo di rotazione : $1.25^{\circ} \pm 0.02^{\circ}$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale ,KPa : 600

Dimensioni provino, mm : 150 per strato di base

Dimensioni provino, mm : 100 per strato di collegamento ed usura

1.3.7.3 Requisiti di idoneità

1.3.7.3.1 Pressa giratoria - Vuoti

BASE NORMALE	BASE MEDIUM	BASE HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5(*)	a 110 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5(*)	a 120 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5(*)
a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti ≥ 2
COLLEGAMENTO NORMALE	COLLEGAMENTO MEDIUM	COLLEGAMENTO HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 110 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 120 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)
a 180 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 190 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti ≥ 2
USURA NORMALE	USURA MEDIUM	USURA HARD
a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti 12÷15
a 130 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)	a 140 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5(*)	a 150 rotazioni: % vuoti 3 ÷ 5 (*)
a 220 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 230 rotazioni: % vuoti ≥ 2	a 240 rotazioni: % vuoti ≥ 2

(*) Dg= densità giratoria di progetto

1.3.7.3.2 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (UNI EN 12697-23).

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Inerti	BASE NORMALE		BASE MEDIUM/HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
	COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM/HARD	
Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
	USURA NORMALE		USURA MEDIUM/HARD	
Vergini	0,60 - 0,90	≥ 45	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80

1.3.7.3.3 Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato, senza alcun ulteriore

riscaldamento, alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore alla temperatura minima prevista dalle Norme Tecniche (in base alla tipologia di bitume/conglomerato utilizzato), sull'intera tratta interessata da tali errate condizioni di posa in opera dovranno essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 31.6.

I valori della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004), eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 75 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall, e la percentuale dei Vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) dovranno risultare:

	BASE NORMALE	BASE MEDIUM	BASE HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 900	≥ 1100	≥ 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
	COLLEGAMENTO NORMALE	COLLEGAMENTO MEDIUM	COLLEGAMENTO HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1000	≥ 1100	≥ 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
	USURA NORMALE	USURA MEDIUM	USURA HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1100	≥ 1200	≥ 1200
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

1.3.7.3.4 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrica alle temperature di 10, 25 e 40 °C (UNI EN 12697-23/2006). I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	BASE NORMALE		BASE MEDIUM		BASE HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,30 - 2,20	≥ 140	1,40 - 2,30	≥ 160	1,50 - 2,40	≥ 160
25	0,40 - 1,10	≥ 60	0,50 - 1,20	≥ 70	0,60 - 1,30	≥ 80
40	0,20 - 0,60	≥ 35	0,20 - 0,70	≥ 35	0,30 - 0,80	≥ 40
	COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM		COLLEGAMENTO HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,40 - 2,30	≥ 150	1,50 - 2,40	≥ 160	1,60 - 2,50	≥ 160
25	0,50 - 1,10	≥ 70	0,60 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80
40	0,25 - 0,70	≥ 40	0,25 - 0,80	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 45
	USURA NORMALE		USURA MEDIUM		USURA HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,50 - 2,70	≥ 160	1,50 - 2,80	≥ 160	1,60 - 2,90	≥ 160
25	0,70 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80	0,80 - 1,40	≥ 80

40	0,30 - 0,8	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 50	0,40 - 1,00	≥ 50
----	------------	-----------	-------------	-----------	----------------	-----------

1.3.7.3.5 Modulo complesso (E)

Sulla miscela definita, a tre temperature 0 °C, 10 °C e 20 °C ed alle frequenze di 10, 15 e 30 Hz, con idonei sistemi dinamici, deve essere misurato il modulo complesso E* in Mpa del conglomerato (UNI EN 12697-26).

La determinazione dei moduli complessi avrà la funzione di fornire elementi numerici al progettista dell'intervento, ed un riferimento al controllo non distruttivo in sito.

1.3.7.3.6 Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "Normale", "Medium" e "Hard"

Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza per l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto nell'art. 31.6

1.3.8 Miscele di usura con impiego di argilla espansa

Le miscele di usura confezionate con inerti di argilla espansa, conferiscono alla superficie stradale incrementi di caratteristiche di aderenza rispetto alle miscele con soli inerti naturali, ed una certa media fono-assorbenza.

1.3.8.1 Aggregati

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 31.2.1. e per i conglomerati tradizionali con l'aggiunta dei seguenti requisiti per le argille:

- argilla espansa di tipo "resistente" pezzatura: 3/11 mm;
- resistenza del granulo allo schiacciamento $\geq 2,7$ MPa (UNI EN 13055-2).;
- valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) ≥ 65 .

L'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

1.3.8.2 Confezione delle miscele

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio 14	100
" 10	82-93
" 6,3	57-77
" 4	39-59
" 2	25-38
" 0,5	12-22
" 0,125	7-13
" 0,063	6-10

Il tenore di bitume, di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 31.1) del tipo "A" riferito al peso totale degli aggregati deve essere compreso tra il 5,5% ed il 7,0%; la percentuale di argilla espansa deve essere compresa tra il 10% ed il 15% in peso.

Dalla granulometria eseguita sulla pezzatura 3/11mm. la percentuale di trattenuto al setaccio UNI da 8 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso; inoltre la percentuale di passante al setaccio UNI con apertura 2 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso.

L'utilizzazione di percentuali maggiori o minori di argilla espansa, con diverse caratteristiche meccaniche, di composizione e/o granulometriche per impieghi non specificati dalle presenti N.T.A., devono essere definite di volta in volta in fase di studio e di progetto con la D.L.

1.3.8.3 Requisiti di accettazione

Il conglomerato così composto deve rispondere agli stessi requisiti richiesti per le miscele di Usura senza argilla (Art. 31.2), confezionate con bitume di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 31.1).

1.3.8.4 Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 31.3.5).

Inoltre la capacità fonoassorbente deve essere, in termini di assorbimento α , pari almeno a 0,2 alle frequenze di campionamento di 600 Hz e 0,3 alle frequenze di campionamento di 800 e 1000 Hz. Le misure andranno effettuate con apparecchiatura RI.MA. o similari.

1.3.9 Geocomposito per il rinforzo pavimentazioni in conglomerato bituminoso

Il geocomposito, conforme alla normativa EN 15381:2008, deve essere formato da una griglia in fibra di vetro alkali resistant accoppiata mediante cucitura ad un geotessile nontessuto a filo continuo in polipropilene.

Il prodotto deve mostrare una quantità di bitume impregnante pari ad almeno 1,1 kg/mq [EN ISO 15381], proprietà meccaniche isotrope: allungamento a rottura minore o uguale al 3% [EN ISO 10319] e resistenza a trazione variabile a seconda dell'impiego e comunque secondo le specifiche di progetto.

Il geocomposito deve essere posato sulla superficie dopo la stesa e l'avvenuta rottura del corretto quantitativo di emulsione bituminosa acida (l'effettiva quantità di bitume necessaria è pari a 1.7 kg/mq per emulsioni con almeno il 65% di bitume).

Nessun sormonto longitudinale e trasversale deve essere realizzato tra due teli di prodotto adiacenti, massima attenzione deve essere riservata alla posa al fine di evitare la formazione di pieghe.

Il geocomposito può essere direttamente transitato esclusivamente dalla finitrice e dai mezzi di cantiere necessari per il trasporto e lo scarico in finitrice del conglomerato bituminoso da stendere.

Il prodotto deve essere marcato CE in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione.

La denominazione del tipo e il numero di lotto devono essere stampati su ogni rotolo ripetendosi in maniera equidistanziata in conformità alla EN ISO 10320.

Il fornitore deve provare che da parte del produttore viene applicato un sistema di garanzia della qualità conforme all'ISO 9001.

1.4 Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti drenanti - fonoassorbenti

Sono i conglomerati bituminosi speciali, denominati C.D.F. (Conglomerati Drenanti Fonoassorbenti), caratterizzati da elevata percentuale di vuoti intercomunicanti, che assicurano un passaggio facilitato alle acque di pioggia ed un fonoassorbimento per risonanza delle onde sonore generate sulla strada, selettivo delle frequenze a seconda delle dimensioni volumetriche delle cavità presenti. Se usati sulla superficie dalla pavimentazione, influiscono sull'intensità del rumore emesso dal rotolamento dei pneumatici, oltre all'assorbimento dello stesso, come detto in precedenza. Sono anche usati per la funzione di trattenimento, temporaneo o permanente, delle sostanze inquinanti, polveri o particolati, emessi dai veicoli e trascinati dalle acque di pioggia. Di norma vengono realizzati con materiali vergini, naturali o sintetici, salvo specifica indicazione

1.4.1 Prescrizioni generali

Vedi articolo 31.2.1

1.4.1.1 Penali

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 31.6 delle presenti NTA riguardano le caratteristiche del prodotto finito misurate con mezzi ad alto rendimento, aderenza, regolarità, tessitura superficiale, capacità drenante, emissione sonora (sperimentale), fonoassorbenza e prove volumetriche.

1.4.2 Miscele di: Usura drenante, Usura drenante strutturale, Ipodrenante

1.4.2.1 Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie, loppe ecc.), in diverse combinazioni percentuali, impastati a caldo con bitume tipo "Hard", in impianti automatizzati, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura) ecc.. I conglomerati sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo. Caratteristiche prestazionali dei porosi: le miscele drenanti si suddividono nei seguenti tipi in base al loro comportamento relativamente al rumore ed allo smaltimento delle acque meteoriche.

Miscela	Tipologia	Spessori	Drenabilità
---------	-----------	----------	-------------

	Mono strato	(cm)		
			Alta	Bassa
Usura Drenante	X	4-5	X	
Usura Drenante strutturale	X	4-5	X	
Ipodrenante	X	4		X

1.4.2.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 31.1.4. e tab. 31.1.4.

1.4.2.3 Attivanti chimici di adesione

Vedi art. 31.1.7.

1.4.2.4 Materiali inerti

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE n°305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) ≥ 45 , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente SI <10 e FI <10 .

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

1.4.2.5 Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro-finitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibro-finitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere 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.

Per garantire la perfetta continuità e la impermeabilizzazione del piano di posa delle miscele, deve essere previsto l'impiego di una quantità variabile tra 0,6 kg/m² e 1,5 kg/m² di mano di attacco costituita da bitume di tipo "Hard" (art.31.1.4. e tab.31.1.4.).

In condizioni ambientali particolari che non permettono una buona adesione tra il piano di posa e la mano d'attacco, previa autorizzazione da parte della DL, potrà essere impiegata in alternativa un'emulsione bituminosa con legante tipo "Hard" garantendo le stesse quantità di legante sopra previste.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura della superficie stradale (misurata in una zona vicina ma non interessata dai lavori) sia inferiore a 10° C

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli metallici con massa non superiore a 140 kN e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 100 kN per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 31.6

Al termine della compattazione lo strato deve avere una percentuale assoluta dei vuoti compresa tra il 20% e 25% valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8.

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

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 31.6

1.4.3 Prescrizioni progettuali

1.4.3.1 Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiori a 2 mm.

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

(**) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà concordata di volta in volta con la Direzione Lavori

1.4.3.2 Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiori a 2 mm.

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

1.4.3.3 Los Angeles

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere $\leq 18\%$ in peso

1.4.3.4 Sensibilità al gelo

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere $\leq 1\%$.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere $\leq 20\%$.

1.4.3.5 Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix

Il valore di VL, misurato per ogni pezzatura utilizzata (UNI EN 1097-8), con esclusione delle sabbie, deve risultare ≥ 40 (prescrizione minima sul materiale).

Il valore del VL medio di riferimento, denominato VLmix, calcolato come di seguito specificato, della miscela inerti ≥ 5 mm deve essere ≥ 46 (prestazione sulla miscela degli inerti)

Il valore VLmix degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 5 mm per ciascuna pezzatura impiegata ad esclusione delle sabbie.

Calcolo del valore VLmix :

- a) Si misurano le MVA (massa volumica apparente) di tutte le pezzature, ad esclusione delle sabbie.
- b) La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 5 mm.
- c) Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;
- d) Il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

1.4.3.6 Coefficiente di imbibizione

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature deve essere $\leq 0,015\%$ in peso

1.4.3.7 Coefficiente di forma

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale a 10.

1.4.3.8 Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati $\geq 70\%$ (UNI EN 933-8).

1.4.3.9 Spogliamento in acqua

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la D.L. si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

1.4.3.10 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti.

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il ΔPA deve essere $> 5^{\circ}C$ (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
 - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (UNI CEN ISO/TS 17982-12).

1.4.3.11 Argilla espansa - Resistenza del granulo allo schiacciamento (UNI EN 13055-2)

usura drenante : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 $> 3,5$ MPa

usura drenante strutturale : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 $> 3,5$ MPa

1.4.4 Miscele

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

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

Serie setacci UNI EN 933-1	Drenante	Drenante strutturale	Ipodrenante
20	100	100	100

14	88 - 100	85 - 94	89-98
10	37 - 60	38 - 53	52-65
6,3	5 - 19	13 - 26	26-38
4			23-33
2	4 - 10	8 - 18	18-26
0,5	4 - 8	6 - 12	12-18
0,25	4 - 8	6 - 10	10-15
0,063	4 - 8	4 - 8	6-10
Spessore (cm)	4-5	4-5	4-5

1.4.4.1 Bitume

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati, del tipo descritto nell'art. 31.1.4., tab. 31.1.4., deve essere compresa nei seguenti intervalli:

Strato di Drenante- Drenante strutturale : 5,0% - 6,0%.

Strato di Ipodrenante : 5,0% - 6,0%.

Nel caso di impiego di inerti particolarmente porosi la percentuale massima di bitume può essere incrementata.

1.4.4.2 Fibre (minerali o miste)

Mediante idonee apparecchiature la miscela deve essere additivata con fibre di natura minerale (vetro) o miste (vetro + agglomerante) in percentuale compresa tra 0,3% e 0,5% in peso di fibra riferito agli inerti (Art.31.1.8.1.).

1.4.4.3 Requisiti di idoneità

1.4.4.3.1 Prove volumetriche e meccaniche

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall. Per tutte le miscele la Massa Volumica Apparente (peso di volume) viene misurata geometricamente.

1.4.4.3.2 Pressa giratoria

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione : $1.25^{\circ} \pm 0.02^{\circ}$
Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale ,KPa : 600
Dimensioni provino, mm : 100

DRENANTE	DRENANTE STRUTTURALE	IPODRENANTE
10 rotaz: % vuoti ≥ 28	10 rotaz: % vuoti ≥ 25	10 rotaz: % vuoti ≥ 20
50 rotaz: % vuoti $\geq 23 (*)$	50 rotaz: % vuoti $\geq 20 (*)$	50 rotaz: % vuoti $\geq 15 (*)$
130 rotaz: % vuoti ≥ 20	130 rotaz: % vuoti ≥ 18	130 rotaz: % vuoti ≥ 10

(*) Dg= densità giratoria di progetto

1.4.4.3.3 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (UNI EN 12697-23/2006):

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
Drenante	0,38 - 0,56	> 20
Drenante strutturale	0,40 - 0,60	> 22

Ipodrenante	0,50-0,75	> 25
-------------	-----------	------

1.4.4.3.4 Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta della norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a quanto previsto dalle NTA, sulla tratta interessata, devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 31.6

I valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004) eseguita a 60° C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 50 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall e la percentuale dei vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) deve risultare:

	Drenante, e Drenante Strutturale
Stabilità Marshall daN	≥ 400
Modulo di Rigidezza daN/mm	≥ 150
Vuoti residui in volume %	≥ 23

1.4.4.3.5 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale (UNI EN 12697-23)) alle temperature di 10, 25 e 40 °C.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	Drenante, strutturale	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	0,70 ÷ 1,00	≥ 70
25	0,25 ÷ 0,40	≥ 30
40	0,1 ÷ 0,2	≥ 15

1.4.4.3.6 Capacità drenante

La capacità drenante media eseguita in sito è misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua o con permeabilmetro installato su mezzo ad alto rendimento, entro 14 gg dall'apertura al traffico.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscele	Capacità drenante (litri/min.)
Drenante	20÷ 30
Drenante strutturale	10÷ 25
Ipodrenante	8÷ 15

I valori del permeabilmetro verranno riportati a quelli del misuratore a colonna, in modo da individuare le quantità equivalenti.

1.4.4.3.7 Modalità per la determinazione della capacità drenante su strati superficiali di pavimentazione

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, del sistema di misura della permeabilità di strati superficiali di pavimentazione.

La metodologia consiste nel misurare la capacità di smaltimento d'acqua di una pavimentazione mediante l'utilizzo di un contenitore cilindrico con dimensioni e forma definite, che viene posto sulla pavimentazione in esame e riempito con acqua.

Il tempo necessario per lo svuotamento di un dato volume d'acqua contenuta dal recipiente permette di misurare la permeabilità della pavimentazione.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per la esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni di seguito riportate:

- Contenitore cilindrico (permeabilimetro), vedi fig. 31.5.4.3.7.
- Mastice o silicone per il fissaggio del permeabilimetro sulla pavimentazione
- Peso non minore di 5000 g, vedi fig. 31.5.4.3.7.

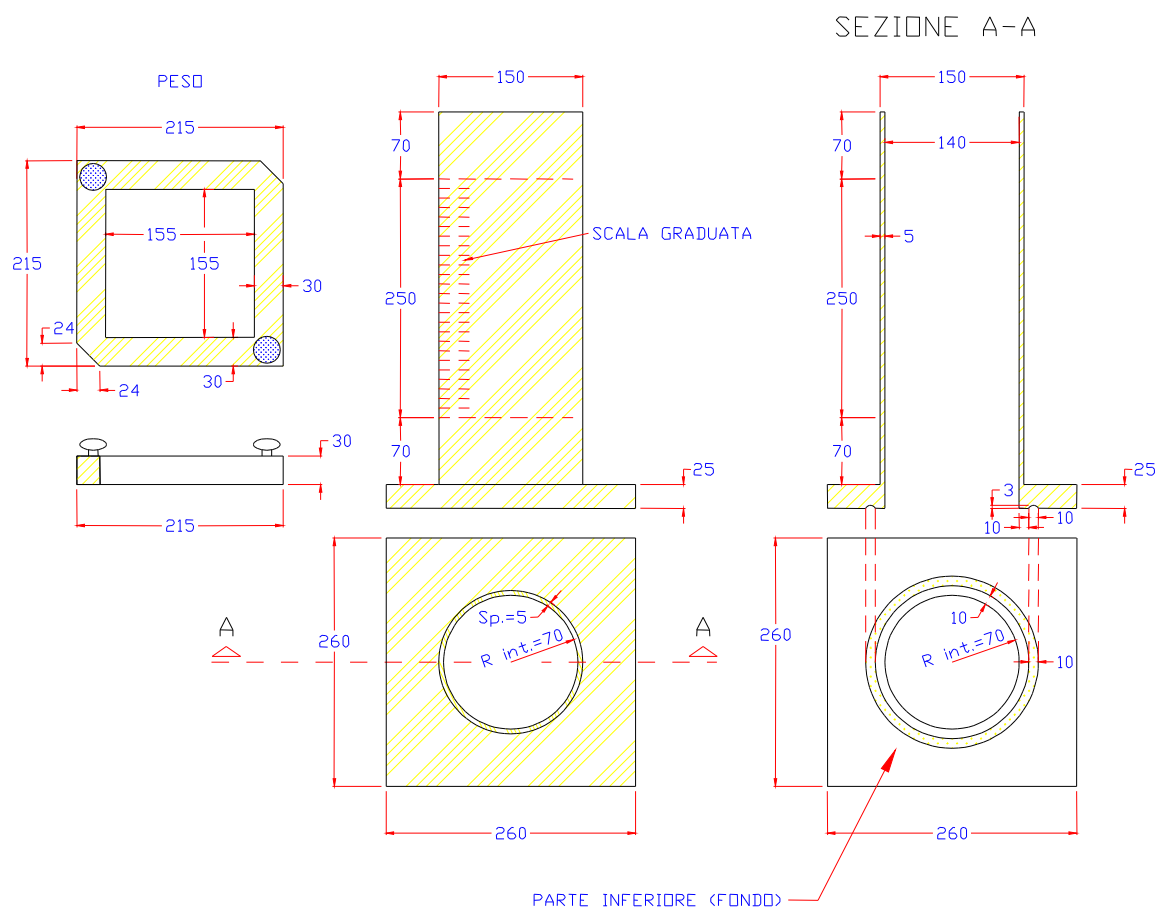


Fig. 31.5.4.3.7.

DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Si pone il permeabilimetro vuoto sulla pavimentazione in esame tracciando con un gesso cerato il bordo esterno ed il cerchio interno del permeabilimetro che rappresenta l'area di prova.

Tolto il permeabilimetro dall'area tracciata, esclusa quella di prova, si spalma accuratamente il silicone, sigillando i fori superficiali della pavimentazione; inoltre sul fondo dello strumento, nella parte solcata intorno al foro cilindrico, va applicato un filo di silicone, facendo attenzione che sia superiore alla profondità del solco di circa 2 mm.

Si pone lo strumento sulla pavimentazione, facendolo coincidere con i segni precedentemente effettuati, per evitare qualsiasi riduzione dell'area di prova; si applica un peso (non minore di 5000 g) per migliorare l'aderenza al suolo dello strumento.

Subito dopo, per eliminare l'aria contenuta nel conglomerato e per renderne uniforme la temperatura nell'area di prova, si effettua un primo riempimento del permeabilimetro; non appena il livello dell'acqua arriva allo zero della scala graduata (livello inferiore), si riempie nuovamente il permeabilimetro fino al bordo superiore, facendo in modo di far tracimare una certa quantità di acqua.

Non appena il livello dell'acqua arriva alla soglia superiore della scala graduata (altezza di 250 mm), si fa partire la rilevazione dell'intervallo di tempo che termina quando il livello d'acqua è sceso fino allo zero di gradazione.

Il rapporto tra la quantità d'acqua (in dm³ nota) e l'intervallo di tempo trascorso (in minuti) rappresenta la capacità drenante espressa in dm³/min.

Il valore singolo è ricavato dalla esecuzione di due prove distanti 1 metro (mediandone i due valori).

Si riportano di seguito i criteri di misura affinché le VERIFICHE DI DRENABILITÀ siano statisticamente significative :

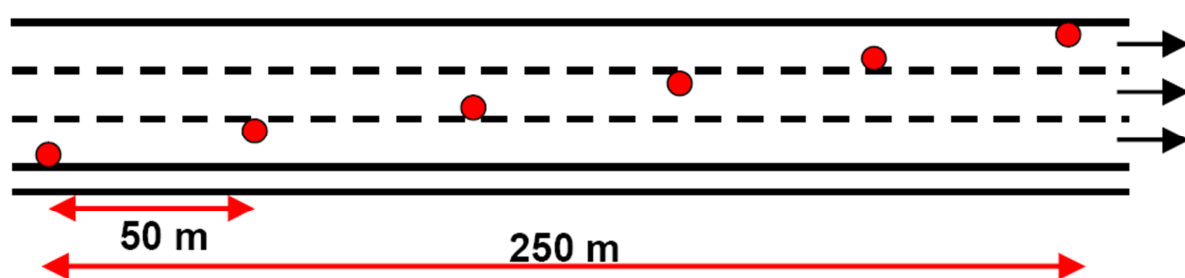
- Effettuare (per siti di stesa di almeno 10.000 mq - pari ad 1 km di carreggiata su tratte a 2 corsie) almeno n.6 "Punti di Misura" di drenabilità distanziati di circa 50 m ed alternati sul lato dx/sx della/e corsia/e oggetto delle verifiche (è opportuno, compatibilmente con le condizioni di segnaletica a disposizione, valutare tutto l'insieme delle corsie interessate) - Vedi schemi sottostanti -.

- Per ciascuno dei "Punti di Misura" dovranno essere effettuate n.2 prove di drenabilità, da cui deriverà un Valore Medio rappresentativo della capacità drenante del "Punto di Misura"

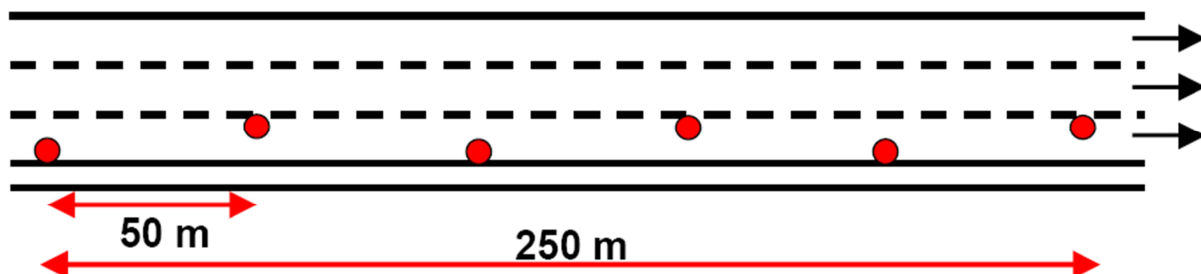
- Non è consentito (risultati anormali) eseguire le prove in corrispondenza del giunto longitudinale di stesa o dei giunti trasversali di ripresa lavori

- Il DATO da utilizzare per la valutazione delle Performance sarà costituito dalla MEDIA dei 6 Valori Medi ricavati per ciascun "Punto di Misura", relativo pertanto ad un tratto di corsia lungo almeno 250 m ("sezione di misura").

- Per siti di dimensioni maggiori, ripetere tale "set" di prove un numero di volte proporzionale all'estensione, allocando alternativamente la "sezione di misura" su tutte le corsie lavorate.
- L'esecuzione delle prove deve avvenire a ridosso dei lavori di stesa (così da sfruttare le segnaletiche del cantiere in atto anche per i test di drenabilità) od al massimo entro 14 gg dal termine della stesa stessa (questo caso - da evitare il più possibile - comporta l'aggravio di dover predisporre nuove segnaletiche). Tale modalità di controllo renderà omogenee e confrontabili le misure eliminando effetti di "invecchiamento" dello strato. Inoltre consente comunque di gestire in "real time" eventuali problematiche insorte.



Esempio di schema di rilievo nel caso di intervento eseguito sull'intera carreggiata a tre Corsie



Esempio di schema di rilievo nel caso di intervento eseguito sulla sola corsia di marcia o nel caso di indisponibilità della chiusura al traffico delle altre corsie interessate dall'intervento

RISULTATI DELLE PROVE

Il valore di permeabilità - capacità drenante viene espresso in lt/min come valore medio (M) delle due prove effettuate nel punto della pavimentazione in esame. $(0.8 \div 1.2) \times M$ rappresenta l'intervallo di capacità drenante entro cui devono cadere le due prove per poter essere ritenute valide.

1.4.4.3.8 Caratteristiche di fono-assorbenza

La fono-assorbenza deve essere misurata in sito mediante metodo dell'impulso riflesso eseguito con il veicolo RIMA, dopo il 15° giorno della stesa delle miscele, i valori dei coefficienti di fono-assorbenza α devono essere quelli riportati in tabella, per almeno 5 delle 8 frequenze indicate:

Miscele	Frequenza (Hz)							
	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Drenante + Drenante strutturale	$\alpha \geq 0,10$	$\alpha \geq 0,13$	$\alpha \geq 0,15$	$\alpha \geq 0,21$	$\alpha \geq 0,32$	$\alpha \geq 0,33$	$\alpha \geq 0,27$	$\alpha \geq 0,26$

In via sperimentale potranno essere effettuate misure di rumore emesso al rotolamento ERNL (Evaluated Road Noiseness Level) basate sulla microprofilo delle superfici secondo la formula

$$\text{ERNL} = 60 + 0,39 \times \text{LT80} - 0,13 \times \text{LT5} \quad (\text{dB(A)})$$

1.5 Trattamenti superficiali d'irruvidimento

1.5.1 Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)

1.5.1.1 Descrizione

Il microtappeto a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

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.

1.5.1.2 Inerti

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

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE n°305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Per l'aggregato grosso devono essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2/1999), minore del 18%; inoltre il valore di levigabilità VL determinato su tali pezzature deve essere maggiore od uguale 46 (UNI EN 1097-8/2001), la porosità minore od uguale a 1,5% (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978), la quantità di frantumato deve essere 100%, il coefficiente di imbibizione $\leq 0,015$ (CNR Fasc.IV/1953), i coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4/2001) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3/2004) dovranno essere minori o uguali al 10%, la sensibilità al gelo minore od uguale a 20% per la perdita in resistenza (UNI EN 1367-1/2001) e $\leq 1\%$ perdita in massa (UNI EN 1367-1/2001), lo spogliamento in acqua a 40 °C deve essere 0% (CNR 80/80).

L'aggregato fino deve essere composto da sabbie provenienti di frantumazione.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione dovrà essere al 100%.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve avere alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2/1999), eseguita su granulato della stessa provenienza, perdita in peso non superiore al 25%.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate ai setacci ISO 3310 con apertura maggiore di 2 mm non deve superare, nella curva granulometrica finale, il 10% in peso, quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di VL. minore od uguale a 43.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due deve essere maggiore od uguale a 70% (UNI EN 933-8).

1.5.1.3 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati devono soddisfare i requisiti richiesti all'art. precedente punto 31.3.6.10.

1.5.1.4 Miscela

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Setacci Serie UNI- EN 933/1			
14 passante %	100	100	100
10 " "	90-98	91-97	100
6,3 " "	72-87	72-88	100
4 " "	52-73	53-74	84-100
2 " "	36-54	35-54	60-84
0,5 " "	16-30	16-30	24-40
0,125 " "	6-14	6-15	8-16
0,063 " "	4-10	4-11	6-11

Miscele con spessori finali diversi devono essere concordate di volta in volta con la D.L.

1.5.1.5 Malta bituminosa

Il legante bituminoso deve essere costituito da un bitume modificato ed emulsionato al 60% a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione (art.31.1., tab.31.1.5...).

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitume di tipo "F" (Art.31.1.5., tab.31.1.5.1.).

Devono essere impiegati additivi chimici per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, deve essere in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

1.5.1.6 Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m ²	13-20	8-14	6-10

Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10

1.5.1.7 Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

1.5.1.8 Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto deve essere 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 deve procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri devono essere allontanati. In alcuni casi, a giudizio della D.L., si dovrà procedere ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale 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.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve 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.

La produzione o la posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C ed in caso di pioggia.

1.5.2 Microtappeti a freddo (Tipo Macro Seal) fibrorinforzati

1.5.2.1 Descrizione

Il microtappeto fibrorinforzato a freddo è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita additivata con fibre minerali (art.31.1.8.2. ,tab. 31.1.8.2.) da impiegare in zone soggette a forti sollecitazioni superficiali e trasversali (curve, salite, ecc.).

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con un bitume modificato ed emulsionato.

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.

1.5.2.2 Inerti

Valgono le prescrizioni art. 31.5.1.2

1.5.2.3 Additivi

Valgono le prescrizioni art. 31.5.1.3

1.5.2.4 Miscele

Valgono le prescrizioni art. 31.5.1.4

1.5.2.5 Fibre minerali

Mediante idonea apparecchiatura la malta bituminosa deve essere additivata con fibre minerali in percentuali in peso riferite agli inerti variabili tra lo 0,6% e 1,0 %.

1.5.2.6 Malta bituminosa

Valgono le prescrizioni art. 31.5.1.5.

1.5.2.7 Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa deve avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/ m ²	13-20	8-14	6-10
Dimensione max inerti	mm	10-12	7-9	5-6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5-7,5	6-8	7-10
Dosaggio fibre minerali, riferite agli inerti	%	0,6- 1,0	0,6- 1,0	0,6- 1,0

1.5.2.8 Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

1.5.2.9 Confezionamento e posa in opera

Vedi punto 31.5.1.8.

1.5.3 Trattamento superficiale di irruvidimento (mono strato mono granulare) con resina bicomponente ed inerti ad elevata rugosità ed alta resistenza all'abrasione

1.5.3.1 Descrizione

Il trattamento consiste nell'operazione di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, tramite resina bicomponente (art.31.1.9., tab 31.1.9.) da applicare sulla pavimentazione preesistente.

1.5.3.2 Materiali inerti

L'inerte di tipo naturale o artificiale deve essere privo di materiali rigonfianti e preventivamente approvato dalla D.L., e rispondere ai seguenti requisiti:

- la perdita alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) deve essere minore od uguale a 22%;
- il valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) deve essere maggiore od uguale a 52;

1.5.3.3 Legante

Il legante deve essere una resina bicomponente (Art.31.1.4, tab 31.1.5.); i due componenti devono essere miscelati nel rapporto 2:1 in peso al momento dell'impiego e lavorati a temperature adeguate.

1.5.3.4 Posa in opera

Preventivamente la superficie della strada deve essere vigorosamente spazzolata, per togliere la polvere e qualsiasi corpo estraneo. Inoltre non devono essere presenti macchie di umidità sulla superficie, eventualmente da rimuovere mediante getto d'aria calda.

Eventuali presenze d'olio sulla superficie stradale devono essere rimosse usando una soluzione detergente, seguita da un risciacquo con acqua pulita.

Le strisce esistenti della segnaletica orizzontale, di materiale termoplastico, devono essere asportate mediante irradiatura e/o bocciardatura.

Prima dell'esecuzione del trattamento (soprattutto in galleria) va eseguito un controllo sulla superficie da trattare per verificare che non ci siano macchie d'acqua che devono venir rimosse con getto d'aria calda.

I due componenti della resina devono essere portati a temperature idonee per facilitarne lo spruzzaggio, secondo le prescrizioni del fornitore.

La resina deve essere spruzzata sulla superficie stradale tramite un sistema a bassa pressione controllato elettronicamente che consenta un

continuo monitoraggio dei parametri di miscelazione dei due componenti e quello di stesa da parte dell'operatore e che indichi istantaneamente con segnale sonoro e visivo la presenza, e la possibile causa, di una anomalia nel circuito.

Il rapporto stechiometrico deve essere mantenuto entro una tolleranza dell'1 % (espressa come percentuale del volume totale); il sistema di miscelazione dinamico e statico, deve garantire una perfetta uniformità di miscelazione dei due componenti la resina, miscelandoli intimamente.

Il sistema computerizzato di controllo deve essere in grado di fornire alla D.L. uno stampato per la determinazione delle quantità di materiale impiegato.

Sulla macchina spruzzatrice deve essere presente un serbatoio aggiuntivo di prodotto atto al lavaggio del circuito di spruzzatura che garantisca una perfetta pulizia delle parti interessate senza disperdere nell'ambiente i prodotti di lavaggio.

Le quantità espresse in kg/m² di resina e di graniglia da applicare sulle pavimentazioni sono in funzione del piano di posa interessato e della granulometria della graniglia da utilizzare e devono essere comprese nei seguenti limiti:

	RESINA Kg/m ²	GRANIGLIA (dopo pulizia) Kg/m ²
Granulometria ¾ mm:	0.9÷3.0	5÷10
Granulometria 2/3 mm:	0.7÷3.0	4÷9

N.B.: Le quantità dei materiali impiegati dovranno essere approvate dalla D.L. in funzione della tessitura superficiale della pavimentazione. La graniglia deve essere distribuita accuratamente attraverso una idonea attrezzatura approvata dalla D.L. I pneumatici del veicolo per la graniglia devono essere di larghezza adeguata per prevenire una eccessiva concentrazione del carico del mezzo sulla superficie trattata. Il veicolo spandigraniglia deve avere la possibilità di controllare e variare la quantità della graniglia distribuita.

1.5.3.5 Irruvidimento con macchina pallinatrice

Le superfici con ridotto CAT possono essere riportate a valori superiori con irruviditici a secco denominate pallinatrici che non lasciano

superfici trattate con striature orientate in senso longitudinale e trasversale, per 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 delle particelle distaccate dai manti stradali, in modo da incrementare comunque i valori di HS ed ottenere il massimo incremento possibile per il CAT, in relazione al tipo di miscele presenti nel punto trattato.

1.6 Controlli prestazionali e relative penali

Per i materiali di fondazione (non legati e legati) e per i bitumi, se non c'è il raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico. (L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti NTA non ne elimina la validità).

Se sullo stesso manufatto si verifica la concomitanza di più penali per diversi motivi il massimo tetto, comunque non superabile, sarà del 50% (cinquantapercento). In questi casi ci si riserva in alternativa la facoltà di rifacimento a cura e spese dell'Impresa.

	REQUISITI	ARTICOLO	PENALI
Conglomerati : Durata a fatica	Non inferiore a quella del c.b. di riferimento	Art. 31.2.1.3 Art. 31.6.2.1	10%
Conglomerati : Caratteristiche della Miscela	Non inferiore a quelle prescritte	Art. 31.2.1 Art. 31.6.2.2	10%
Conglomerati : Posa in Opera		Art. 31.3.5 Art. 31.4.2.5. Art. 31.6.2.3	5%
Portanza : Fondazione non legata (Modulo Elastico E)	$E > 1850 \text{ daN/cm}^2$	Art. 29.5.	10%
Portanza : Fondazione (o sottobase) a legante idraulico o equiparata (Modulo Elastico E)	Moduli secondo Fig. 1	Art. 30.1.7.	10 - 20%
Qualità dei Bitumi	Caratteristiche varie	Art. 31.1.1.3	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti : Capacità drenante	Permeabilità inferiore a quella prescritta	Art. 31.4.4.3.6	10%
Usure Drenanti Fonoassorbenti : Coefficiente di Fonoassorbimento	Valori di \square secondo frequenze	Art. 31.4.4.3.8	2% (*)

(*) Per ogni valore non raggiunto (detrazione massima 6%)

Altre penali sono presenti nei relativi articoli, come per esempio quella della segnaletica ad alta retroriflessione (art 35.4.1.7.)).

Dettagliamo nel seguito le altre prestazioni richieste, misurate con i mezzi ad Alto Rendimento della Committente (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla committente) e le penali conseguenti per il non raggiungimento delle suddette.

1.6.1 Controlli ad alto rendimento: Tutti i tipi di conglomerato bituminoso

1.6.1.1 Portanza: Requisiti

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D/H.W.D (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla committente); per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati a cavo aperto dalla D.L. e/o potranno essere ricavati mediante una opportuna campagna di carotaggi successiva da eseguire con un passo non inferiore a 500 m.

Per una maggiore precisione nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo, mediante radar, della stratigrafia della pavimentazione eseguito con l'apparecchiatura ad alto rendimento denominata ARGO.

Per la valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume ≥ 10 cm), le prove di deflessione dinamica avverranno su pavimentazioni nuove o con il pacchetto degli strati legati a bitume completamente rinnovato.

Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 10° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato e prima dell'apertura al traffico.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante il programma "BACAN" (che verrà utilizzato dalla committente interpretando anche prove deflettometriche

effettuate da "terzi") ed il valore dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C. secondo curve di correzione proposte dalla committente.

Le prove dinamiche tipo F.W.D./H.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 30°C. Le misure di F.W.D./H.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 mt di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 mt. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 20, qualsiasi sia la sua lunghezza. Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in daN/cm², ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D./H.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al "BACAN".

1.6.1.2 Portanza: Penali

In funzione del valore medio del modulo dello strato o del pacchetto di strati soggetto a prova, lo strato od il pacchetto interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati degli importi elencati nella seguente tabella :

MODULO DI ELASTICITÀ (E) dello Strato o del Pacchetto di strati legati a bitume soggetti a prova (daN/cm ² a 20°C)	PENALITÀ per lo strato o pacchetto di strati soggetti a prova ed eventuali strati sovrastanti
$E > 150000$	Detrazione del 15%
$120000 \leq E \leq 150000$	Detrazione del 10%
$55000 \leq E < 120000$	Prestazione valida
$45000 \leq E < 55000$	Detrazione del 10%
$35000 \leq E < 45000$	Detrazione del 20%
$30000 \leq E < 35000$	Detrazione del 50%

Nel caso in cui il modulo riscontrato risulti inferiore ai 30000 daN/cm² il lavoro non sarà considerato accettabile, e la D.L., anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spesa dell'Appaltatore.

1.6.1.3 Aderenza e Macrotestitura: Requisiti

Nei tappeti e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessitura granulometrica superficiale (macro - tessitura) idonei in rapporto a:

A.I tipi di materiale e/o trattamenti usati per l'esecuzione dello strato superficiale;

B.Le condizioni plano - altimetriche del tracciato in ogni suo punto;

C.Il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore CAT qui prescritto, denominato CATaut , e quello definito dalla norma CNR, denominato CATcnr, è : $CAT_{aut} = CAT_{cnr} \times 100$) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	58
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	45
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	55
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	55
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	60
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	53
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	62
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	62
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip -	72

tipo TSS)

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrotessitura superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM-TRRL) o mediante il SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	0,3 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	0,2 mm
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	0,5 mm
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	0,3 mm
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	0,8 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	0,6 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	0,5 mm
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	0,8 mm
Trattamenti di irruvidimento con sistemi meccanici:	
- All'esterno di gallerie e all'interno di gallerie con possibili ristagni d'acqua	0,5 mm
- All'interno di gallerie impermeabilizzate	0,4 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e 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 per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con il SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m. e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m. per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Per la VALUTAZIONE delle CARATTERISTICHE di ADERENZA e MACROTESSITURA SUPERFICIALE si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m.) o dai valori già mediati ogni 50 mt, relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata.

Per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra 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 Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di CAT ed HS relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m. ed ogni 50 m. lungo ogni strisciata longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m. (uno per ciascuna strisciata longitudinale).

1.6.1.4 Aderenza e Macrotesitura: Penali

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna TRATTA OMOGENEA (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m. (Misure di HS con "mini texture meter"), sia inferiore ai valori prescritti ridotti di una tolleranza pari al 10%, per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

CAT = 40

HS = 0,25 mm (eccetto i binder provvisori per i quali vale il valore prescritto in tabella)

Qualora i valori medi di CAT o HS, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m (Misure di HS con "mini texture meter"), siano inferiori o uguali ai valori ritenuti inaccettabili, l'Appaltatore dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i valori deficitari almeno 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, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

1.6.1.5 Regolarità: Requisiti

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, **inferiore a 1,8 mm/m.** nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, **inferiore a 2,0 mm/m.** nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

A discrezione della Direzione Lavori potrà esser richiesto il rilevamento dell' Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire del profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda :

Campi di lunghezza D'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata	Intervento limitato a una parte della carreggiata
Fino a 2,5 m.	CP2,5 < 80	CP2,5 < 120
:		
Da 2,5 m. a 10	CP10 < 160	CP10 < 240

m. :		
Da 10 m. a 40 m. :	CP40 < 320 (valore consigliato)	CP40 < 480 (valore consigliato)

Queste prescrizioni valgono per :

- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH
- Conglomerati Bituminosi rigenerati in sito
- Conglomerati Bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)
- Conglomerati Bituminosi con inerti chiari, irradiati
- Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH con Argilla espansa
- Conglomerati Bituminosi drenanti e drenati strutturali (tipo CBD, CBDS)

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 4° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m. a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP2,5-CP10-CP40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m., rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la VALUTAZIONE della CARATTERISTICA di REGOLARITÀ SUPERFICIALE, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m.), relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'Indice IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP2,5-CP10-CP40 per tratte da 100 m. di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

1.6.1.6 Regolarità: Penali

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5-CP10 per tratte da 100 m., non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

IRI = 3,5 mm/m.

CP2,5 = 160

CP10 = 320

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5 e CP10 per tratte da 100 m., sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, l'Appaltatore dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

1.6.1.7 Regolarità dei giunti: Requisiti e penali

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Le misure profilo longitudinale dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI verranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo ($L = 5$ m.) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

$$IRI = 7 \text{ mm/m.}$$

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

1.6.2 Controlli tradizionali: Tutti i tipi di conglomerati bituminosi

1.6.2.1 Durata a fatica

Le prove di durata a fatica (norma UNI EN 12697-24 all.E) andranno svolte su provini cilindrici da pressa giratoria (150mm) e/o ottenuti da carotaggi (stesso diametro), in genere per i conglomerati bituminosi di

base; potranno essere applicate anche ad altri tipi di conglomerati chiusi.

Le prove verranno effettuate con modalità brasiliana (trazione indiretta su provino appoggiato sul fianco).

Il risultato ottenuto in termini di numero di cicli alla temperatura di controllo di 10 °C su di un primo provino, dovranno essere superiori o uguali a quelli del materiale di riferimento rappresentato da una curva $\log N / \log \sigma$ alla stessa temperatura. Se non si otterrà questo risultato sul primo provino, la prova andrà ripetuta su un secondo; se si avrà per esso un risultato negativo (inferiore al riferimento) si applicherà la penale; se positivo si effettuerà una terza prova, che darà luogo alla penale se negativa.

In tale caso lo strato oggetto di prova (ed il pacchetto che lo ricopre) verrà penalizzato del 10% del suo costo : tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova di fatica.

1.6.2.2 Caratteristiche della miscela

La non rispondenza (uno o più parametri non conformi) ai requisiti meccanici (Rt e CT), Volumetrici, Granulometrici e di Contenuto di Bitume (vedi Art. 31.2.1. e successivi) comporterà l'applicazione di una penale pari 10% del costo dello strato sottoposto a prova.

Tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova.

1.6.2.3 Posa in opera della miscela

Come specificato agli art. 31.3.5 e 31.5.2.5, la messa in opera di strati compromessi (che presentano ad esempio : anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) comporterà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, in aggiunta alla rimozione e ricostruzione a cura e spese dell'Impresa, l'applicazione di una penale pari 5% del costo dello strato.

Tale costo verrà determinato partendo dalla larghezza complessiva dello strato e dalla lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in

cui è stato steso il conglomerato che presenta compromissioni, con detrazioni proporzionali alla diffusione dei difetti.

La D.L. rileverà per tutti gli eventi di questo tipo, i seguenti dati : ubicazione, tipo di lavorazione, data di messa in opera, tipo di difetto rilevato, almeno n.2 foto digitali dei difetti, costo di riferimento per la penale.

La D.L. valuterà l'applicazione delle penali, tenendo anche presente le segnalazioni dell'Impresa, trasmesse, relative ad eventi particolari, non riconducibili a responsabilità dell'Impresa, che hanno condizionato la buona riuscita dei Lavori (ad es. : incidenti, code, ordini della P.S., etc.).

1.6.2.4 Spessori: penali

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di Progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine (diametro 50 mm) o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione. La Direzione Lavori si riserva anche la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure x_i , definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero, ed il loro scarto tipo "S", definito come la radice quadrata positiva della media (corretta) dei quadrati degli scarti di tutte le osservazioni (varianza) e fornito dall'espressione:

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \cdot \left(\sum_{i=1}^n xi^2 : \frac{\left(\sum_{i=1}^n xi \right)^2}{n} \right)}$$

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di Progetto.

Singoli valori xi potranno essere inferiori a tale minimo purché lo scarto tipo S delle misure non superi il 30% della loro media, e la differenza tra il valore massimo e minimo non superi il 20% del valore medio M.

Le misure che generano uno scostamento superiore ai suddetti valori vanno eliminate dal computo e va ripetuto il calcolo della nuova media da verificare con i criteri testé indicati.

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile nel fatto che M è inferiore al 93% dello spessore di Progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, che normalmente è quella lavorata tra due scambi di carreggiata. Nessuna penalità verrà applicata se la media M è uguale o superiore al 93% dello spessore di Progetto, tranne il caso in cui il 90% delle misure xi risultino di spessore compreso tra quello di Progetto ed il 7% in meno dello stesso; in tale circostanza verrà applicata una detrazione del 5% al prezzo di elenco.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di M appartenenti agli intervalli da 7% a <10%, da 10% a <20%, da 20% a < 40% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 20%, del 35% e del 50%. ogni deficienza di spessore superiore al 40% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura gratuita.

1.7 Controlli

1.7.1 Prestazioni di controllo da parte della committente

L'attività inerente i controlli sui progetti, sulle idoneità delle miscele e sui rilievi ad Alto Rendimento, si svilupperà nel seguente modo:

PROGETTO DELLE MISCELE

- Verifica inerti (tutti)
- Verifica bitumi (tutti)
- Verifica curve di progetto delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali (tutte).

CONTROLLO LAVORI

- Verifiche volumetriche e compositive delle miscele con frequenza giornaliera per impianto di produzione
- Verifiche sui bitumi: settimanale oppure ogni 2500 m³ di stesa
- Misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.): almeno un passaggio.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle N.T.A. eseguiti dalle imprese esecutrici devono essere presentati alla Direzione Lavori per la verifica ed l'approvazione. L'impresa esecutrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, alla Direzione Lavori con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

LA Direzione Lavori provvederà ad eseguire per ciascuna miscela e su tutti i materiali presentati una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità.

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi presentate dall'Impresa esecutrice dei lavori devono essere verificate secondo l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli aggregati lapidei ed il bitume tal quale e/o modificato impiegati nelle lavorazioni devono essere prelevati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa esecutrice dei lavori ed accompagnati da dettagliati verbali di prelievo.

Le quantità di materiali che devono pervenire presso il Laboratorio indicato dalla D.L., per i conglomerati bituminosi, devono essere le seguenti:

Inerti ≤ 5 mm : 40 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)

Inerti ≥ 5 mm : 60 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)

Filler : 5 Kg

Bitume : 10 Kg

PARTE III

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 1 Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto o prescritti dalla Direzione Lavori eventualmente rettificate dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati (misure di spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori/inferiori).

Per la quota delle lavorazioni affidate a corpo, le corrispondenti misurazioni verranno utilizzate per verificare la rispondenza delle opere eseguite a quelle progettate e la loro liquidazione verrà effettuata a percentuale di avanzamento di opere compiute secondo lo schema prestabilito contrattualmente.

Nel caso di realizzazione di nuovi manufatti o di interventi di rinforzo strutturale su manufatti esistenti se dalle misure di controllo risultassero dimensioni e/o caratteristiche prestazionali minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Impresa; soltanto se le minori dimensioni e/o caratteristiche prestazionali, sentito il Progettista, risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione Lavori e dell'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Si precisa inoltre che saranno a cura e spese dell'impresa:

- le operazioni di collaudo e di prova, statica e dinamica, distruttiva e non distruttiva, ivi compresa l'assistenza; solo escluso l'onorario per i Collaudatori e la strumentazione specifica di prova;
- l'assistenza alle prove sui materiali ed al monitoraggio, anche ambientale, eseguite dalla Direzione Lavori o da laboratori da essa incaricati, mediante la messa a disposizione di materiali, attrezzature, maestranze, mezzi d'opera e di quant'altro necessario.

Le prove sui materiali previste nella Parte Seconda del Capitolato Speciale d'Appalto (Norme per l'esecuzione dei lavori) e negli altri elaborati contrattuali, ivi comprese quelle relative a testare l'idoneità all'impiego dei materiali provenienti da scavi, saranno a carico del Committente ad eccezione di quelle riguardanti le prove preliminari di idoneità (di qualificazione, di stabilimento, certificazioni di origine dei produttori, ecc.), che saranno invece a carico dell'Appaltatore.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o

dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'esecutore (art. 167 c.8 del DPR 207/2010).

Art. 2 Lavori in economia

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali.

In ogni caso verranno contabilizzate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

Art. 3 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e di usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto di eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.