



**Città di Castel Maggiore  
(Bologna)**

3° Settore LL.PP. e Ambiente  
Servizio Lavori Pubblici  
Tel. 051/63.86.749 - Fax 051/63.86.800  
lavori.pubblici@comune.castel-maggiore.bo.it  
comune.castelmaggiore@cert.provincia.bo.it

**PROGETTO ESECUTIVO**  
**MANUTENZIONE STRAORDINARIA**  
**STRADE 2017 - FORESE**

*Progettista architettonico:* Masiello Ing. Nicola  
*Coord. sicurezza progettazione:* Masiello Ing. Nicola  
*RUP:* Campana Geom. Lucia

*Oggetto:*

**CAPITOLATO PRESTAZIONALE**

*Scala:* - : --

*Data:* dicembre 2017

*Elaborato n.:*

**CP**

## **SOMMARIO**

### **CAPITOLO I – Qualità e provenienza del materiale**

- Art. 1 - Prescrizioni generali-prove
- Art. 2 - Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi
- Art. 3 - Inerti normali e speciali (sabbia, ghiaia e pietrisco, pomice, perlite, vermiculite, polistirene, argilla espansa)
- Art. 4 - Pietrischi – pietrischetti – graniglia – sabbia – additivi per pavimentazioni
- Art. 5 - Dissuasori in materiale ferroso
- Art. 6 - Materiali per ossatura e massicciate stradali
- Art. 7 - Materiali per fondazioni stradali
- Art. 8 - Detrito di cava o *tout-venant* di cava o di frantoio
- Art. 9 - Leganti bituminosi
- Art. 10 - Conglomerati bituminosi
- Art. 11 - Conglomerato bituminoso riciclato ( fresato)
- Art. 12 - Miscele
- Art. 13 - Trattamenti superficiali
- Art. 14 - Altre lavorazioni
- Art. 15 - Pozzetti di raccolta delle acque stradali
- Art. 16 - Cordonature e bordi
- Art. 17 - Segnaletica
- Art. 18 - Rete di illuminazione pubblica – Corpi illuminanti
- Art. 19 - Ripristino dissesto spondale canali consorziali

### **CAPITOLO II – Modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro**

- Art. 20 - Tracciamenti
- Art. 21 - Disponibilità delle aree relative – Proroghe
- Art. 22 - Conservazione della circolazione – Sgomberi e ripristini
- Art. 23 - Scavi in genere
- Art. 24 - Scavi di sbancamento
- Art. 25 - Scavi a sezione obbligata e ristretta
- Art. 26 - Rinterri
- Art. 27 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori
- Art. 28 - Norme generali per il collocamento a terra
- Art. 29 - Collocamento di manufatti vari, apparecchi e materiali forniti dall'amministrazione appaltante

### **CAPITOLO III – Norme per la misurazione e la valutazione dei lavori**

- Art. 30 - Disposizioni generali
- Art. 31 - Movimenti di materie
- Art. 32 - Pozzetti
- Art. 33 - Opere diverse
- Art. 34 - Prestazioni di manodopera in economia
- Art. 35 - Materiali a piè d'opera, trasporti e noli

### **CAPITOLO IV – Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di noli e trasporti**

- Art. 36 - Opere provvisionali
- Art. 37 - Noleggi
- Art. 38 - Trasporti

### **CAPITOLO V – Prescrizioni tecniche realizzazione pavimentazioni stradali**

- Art. 39- Sottofondo
- Art. 40 – Scavi – Rilevati – Rinterri
- Art. 41 - Fondazioni
- Art. 42 - Strato di base
- Art. 43 - Strato di collegamento ( binder)
- Art. 44 - Strato di usura
- Art. 45 - Pavimentazione in conglomerato bituminoso
- Art. 46 - Preparazione ,trasporti, posa in opera degli impasti
- Art. 47 - Scarifica di pavimentazione esistente
- Art. 48 - Fresatura di strati in conglomerato bituminoso
- Art. 49 - Controllo materiali
- Art. 50- Verifica prestazionale dei bitumi hard
- Art. 51 - Materiali per fondazioni stradali in stabilizzato
- Art. 52 - Conglomerati bituminosi
- Art. 53 - Microtappeto di usura
- Art. 54 - Controlli prestazionali

### **CAPITOLO VI – Prescrizioni tecniche realizzazione pavimentazioni in calcestruzzo**

- Art. 55 - Pavimentazioni in calcestruzzo i.idro drain

# CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE

## CAPITOLO I – QUALITÀ E PROVENIENZA DEL MATERIALE

### Art. 1

#### PRESCRIZIONI GENERALI – PROVE

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere dovranno pervenire da località ritenute dall'impresa di sua convenienza, purché siano riconosciuti dalla direzione lavori di buona qualità in relazione alla natura del loro impiego. L'impresa ha l'obbligo di prestarsi, tutte le volte che la direzione lavori lo riterrà necessario, alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi e delle varie categorie di impasti cementizi; essa provvederà a tutte sue spese al prelevamento ed invio dei campioni ed alla esecuzione delle prove necessarie presso gli Istituti sperimentali a ciò autorizzati. Dei campioni può essere ordinata la conservazione negli uffici municipali, munendoli di sigilli e firme della direzione lavori e dell'impresa nei modi più atti a garantire l'autenticità. L'impresa è obbligata a rimuovere dai cantieri i materiali non accettati dalla direzione lavori ed a demolire le opere costruite con i materiali non riconosciuti di buona qualità. In particolare i materiali e le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme CEI. Si riterranno comunque esplicabili, per quanto sopra non espressamente previsto, le prescrizioni di cui agli articoli 15 - 16 e 17 del Capitolato Generale approvato con Decreto del Ministero dei LL.PP. del 19 aprile 2000, n. 145.

### Art. 2

#### ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI

- *Acqua.* L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

- *Calci.* Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.

- *Cementi e agglomerati cementizi.*

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2.

2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte. Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027-1 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### Art. 3

#### INERTI NORMALI E SPECIALI (SABBIA, GHIAIA E PIETRISCO, POMICE, PERLITE, VERMICULITE, POLISTIRENE, ARGILLA ESPANSA)

- *Inerti ed aggregati.* In base al D.M. 9 gennaio 1996, Allegato I, gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei.

Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali.

Tra le caratteristiche chimico - fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

- *Sabbia.* In base al R.d. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la sabbia naturale o artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza, sarà pulitissima, non avrà tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere e sarà costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee.

Le dimensioni dei grani costituenti la sabbia dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

- di 2 mm se si tratta di lavori di murature in genere;
- di 1 mm se si tratta degli strati grezzi di intonaci e di murature di paramento;
- di < 1 mm se si tratta di colla per intonaci e per murature di paramento.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche ed integrazioni, sui requisiti di accettazione dei cementi.

In base a tale decreto, la sabbia normale è una sabbia silicea, composta, a granuli tondeggianti, d'origine naturale proveniente dal lago di Massaciuccoli in territorio di Torre del Lago, la cui distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso granulometrico individuato dalla tabella seguente:

Designazione della tela	Luce netta (in mm)	Residuo cumulativo (% in peso)
2,00 UNI 2331	2,00	0
1,70 UNI 2331	1,70	5 ± 5
1,00 UNI 2331	1,00	33 ± 5
0,50 UNI 2331	0,50	67 ± 5
0,15 UNI 2331	0,15	88 ± 5
0,08 UNI 2331	0,08	98 ± 2

Per ogni partita di sabbia normale, il controllo granulometrico deve essere effettuato su un campione di 100 g.

L'operazione di stacciatura va eseguita a secco su materiale essiccato ed ha termine quando la quantità di sabbia che attraversa in un minuto qualsiasi setaccio risulta inferiore a 0,5 g.

La sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi, dovrà avere le qualità stabilite dal D.M. 27 luglio 1985 e successive modifiche ed integrazioni, che approva le "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

- *Ghiaia e pietrisco.* Per la qualità di ghiaie e pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi valgono le stesse norme prescritte per le sabbie.

In base al R.d. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose.

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia.

Il pietrisco deve essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Le dimensioni degli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

- di 5 cm se si tratta di lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- di 4 cm se si tratta di volti di getto;
- di 3 cm se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde in un centimetro di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato ed a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa, quando l'approvvigionamento d'altro tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata.

#### Art. 4

#### PIETRISCHI – PIETRISCHETTI – GRANIGLIA – SABBIA – ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi e dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

#### Art. 5

#### DISSUASORI IN MATERIALE FERROSO

Dovranno essere del tipo in ghisa, con fusto cilindrico ed ancoraggio alla base, un collare superiore (fisso) con asole per eventuale fissaggio di catene e da un collare inferiore scorrevole. E' realizzato in ghisa con finitura speciale per esterni costituita da granigliatura, applicazione di primer epoxy, applicazione di due mani di smalto poliesteri bucciato, in ogni caso simile all'esistente e a seguito di approvazione della D.L.

**Tutti i tipi di dissuasore posti su strada devono essere provvisti di apposita banda catarifrangente gialla (come da Codice della Strada)**

#### Art. 6

#### MATERIALI PER OSSATURA E MASSICCIALE STRADALI

Dovranno essere scelti fra quelli più duri, compatti, tenaci e resistenti di fiume o di cava, con resistenza a compressione non inferiore a 1.500 kg/cmq; dovranno essere assolutamente privi di polvere, materie terrose o fangose e di qualsiasi altra impurità.

#### Art. 7

#### MATERIALI PER FONDAZIONI STRADALI

##### 7.1 Materiali per fondazione stradale in stabilizzato

a) *Caratteristiche* – Il materiale da impiegarsi sarà costituito da pietrisco o ghiaia, pietrischetto o ghiaietto, graniglia, sabbia, limo ed argilla derivati da depositi alluvionali, dal letto dei fiumi, da cave di materiali litici (detriti) e da frantumazione di materiale lapideo.

A titolo di base per lo studio della curva granulometrica definita, si prescrive la formula seguente:

Percentuale in peso del Tipo del vagliopassante per il vaglio a fianco segnato 3 pollici		
3	pollici	100 –
2	pollici	65 – 100
1	pollice	45 – 75
3/8	pollice	30 – 60
n. 4	serie ASTM	25 – 50
n. 10	serie ASTM	20 – 40
n. 40	serie ASTM	10 – 25
n. 200	serie ASTM	3 – 10

L'impresa ha l'obbligo di far eseguire, presso un laboratorio ufficiale riconosciuto prove sperimentali sui campioni ai fini della designazione della composizione da adottarsi.

La direzione dei lavori sulla base dei risultati di dette prove ufficialmente documentate, si riserva di dare l'approvazione sul miscuglio prescelto.

Tale approvazione non menomera in alcun caso la responsabilità dell'impresa sul raggiungimento dei requisiti finali della fondazione in opera.

Le altre caratteristiche del misto granulometrico dovranno essere le seguenti:

- Ip: 6%
- Limite di liquidità: 26%
- C.B.R. post-saturazione: 50% a mm 2,54 di penetrazione
- Rigonfiabilità: 1% del volume.

Il costipamento dovrà raggiungere una densità di almeno il 95% di quella ottenuta con la prova AASHO "Standard" e la percentuale dei vuoti d'aria, un valore inferiore o uguale a quello relativo alla suddetta densità.

Gli strati in suolo stabilizzato non dovranno essere messi in opera durante periodi di gelo o su sottofondi a umidità superiore a quella di costipamento o gelati, né durante periodi di pioggia e neve.

La fondazione avrà lo spessore di cm 30 dopo la compattazione e sarà costruita a strati di spessore variabile da cm 10 a cm 20 a costipamento avvenuto a seconda delle caratteristiche delle macchine costipanti usate.

b) *Pietra per sottofondi*. La pietra per sottofondi dovrà provenire da cave e dovrà essere fornita nella pezzatura non inferiore a cm 15, cm 18, cm 20, se fornita in pezzatura superiore dovrà essere dimezzata durante la posa; dovrà essere della migliore qualità, di forte coesione e di costante omogeneità. Sarà scartata inderogabilmente tutta quella proveniente da cappellaccio o quella prossima a venature di infiltramento.

c) *Ghiaia in natura*. La ghiaia in natura per intasamento dell'ossatura o ricarichi dovrà essere costituita da elementi ovoidali esclusi in modo assoluto quelli lamellari, in pezzatura da cm 1 a cm 5 ben assortita, potrà contenere sabbia nella misura non superiore al 20%. Dovrà essere prelevata in banchi sommersi ed essere esente da materie terrose e fangose.

d) *Pietrisco*. Il pietrisco dovrà provenire da frantumazione di ciottoli di fiume o da pietra calcarea di cave di pari resistenza. I ciottoli o la pietra dovranno essere di grossezza sufficiente affinché ogni elemento del pietrischetto presenti almeno tre facce di frattura e risulti di dimensioni da cm 4 a cm 7.

La frantumazione dei ciottoli o della pietra potrà venire effettuata sia a mano che meccanicamente e seguita da vagliatura, onde selezionare le granulazioni più idonee a formare una pezzatura varia da cm 4 a cm 7 e nella quale il volume dei vuoti risulti ridotto al minimo. Al riguardo dovranno osservarsi esattamente le disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla direzione lavori.

Il pietrisco dovrà essere assolutamente privo di piastrelle o frammenti di piastrelle e da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

e) *Pietrischetto o granisello*. Il pietrischetto e la graniglia dovranno provenire da frantumazione di materiale idoneo e saranno esclusivamente formati da elementi assortiti di forma poliedrica e con spigoli vivi e taglienti le cui dimensioni saranno fra i mm 5 e mm 20.

Saranno senz'altro rifiutati il pietrischetto e la graniglia ed elementi lamellari e scagliesi.

Detto materiale dovrà essere opportunamente vagliato, in guisa di assicurare che le dimensioni dei singoli siano quelle prescritte e dovrà risultare completamente scevro da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

## 7.2 Materiali per fondazione stradale in misto cementato prodotto in centrale ( MCI)

### 7.2.1 Indicazioni generali

Il misto cementato per strato di fondazione è costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso, da stendersi in unico strato dello spessore compattato indicato in progetto e comunque non dovrà avere uno spessore finito superiore ai 25 cm o inferiore ai 15 cm. La miscela deve essere realizzata con materiale proveniente da frantumazione (senza facce tonde) almeno al 40% e con cemento 325 (Portland, d'altoforno o pozzolanico) tra il 2,5 e il 4,5% in peso sugli aggregati. L'acqua per l'impasto dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. Gli aggregati devono presentare un L.A. < 28, un equivalente in sabbia compreso tra 30% e 70% e non deve essere plastico (Ip non determinabile). Gli aggregati non dovranno avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

### 7.2.2 Curva di progetto

La curva deve essere quanto più continua e chiusa possibile.

#### Granulometria

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

### 7.2.3 Resistenze

Ai fini della valutazione delle resistenze meccaniche si dovranno realizzare provini con pressa giratoria a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

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

#### Caratteristiche di resistenza

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

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

#### 7.2.4 Studio di progetto

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire la curva ottimale. A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria (modalità descritte all' art. 7.2.3, secondo il seguente schema.

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

I sei (\*) provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta a tre o a 7 gg) sempre secondo l'art. 7.2.3, in cui sono descritte anche le resistenze richieste. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua.

#### 7.2.5 Produzione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

#### Art. 8

#### DETRITO DI CAVA O TOUT-VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO

*omissis*

#### Art. 9

#### LEGANTI BITUMINOSI

##### 9.1 Bitumi per confezionamento di conglomerati bituminosi “a caldo”

I leganti bituminosi possono essere tal quali “**TQ**” (non modificati), base modifica “**BM**” (bitumi adatti ad essere modificati), o modificati, cioè additivati con polimeri che a seconda delle prestazioni sono soft “**SF**” o hard “**HD**”

La tabella descrive i requisiti richiesti

Bitumi a caldo	Norme di riferimento	Base Modifica <b>BM</b>	Tal Quale (50/70) <b>TQ</b>	Tal Quale (70/100) <b>TQ</b>	Soft <b>SF</b>	Hard <b>HD</b>
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	40-60	45-60	40-60	60-80 (*)	70-90 (*)
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	80-100	50-70	70-100	50-70	50-70
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	-	-	-	≥ 70	≥ 80
Punto di rottura FRAAS (C°)	UNI EN 12593	≤ -8	≤ -6	≤ -8	≤ -10	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tube test °C	UNI EN 13399	-	-	-	≤ 3°C (°)	≤ 3°C (°)
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa.sec)	UNI EN 13302	0,01-0,10	0,03- 0,10	0,02-0,10	0,10-0,35	0,15-0,4
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607					
Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 40	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento (°C)	UNI EN 1427	≤ 9	≤ 9	≤ 9	≤ 8	≤ 5

(°) Entrambi i valori di Palla Anello ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di Palla Anello di riferimento (\*) di più di 5 °C.

Oltre alla verifiche della tabella, il bitume HD deve essere verificato anche mediante un conglomerato bituminoso di riferimento (vedi art. 80). I bitumi TQ 70-100 possono essere usati esclusivamente per lavori di riciclaggio con bitume schiumato. La modifica del bitume va fatta su bitumi BM e deve avvenire con impiego di polimeri SBS-L (elastomeri a struttura lineare) o SBS-R (elastomeri a struttura radiale) o

entrambi; i plastomeri vanno evitati o aggiunti insieme con altri prodotti comunque da dichiarare. Le percentuali totali, in peso sul bitume, di polimero sono indicativamente:

- per modifica soft 2,5%-3,5%
- per modifica hard 4%-6%

Il polimero deve presentarsi ben disperso nel bitume.

## 9.2 Bitumi modificati per mani di attacco

Questi bitumi saranno usati alla base di usure drenanti (vedi Art. 4.2) ed anche come mano di attacco per i risanamenti superficiali (RS) sulle superfici ricavate dopo fresatura in ragione di 1,0 kg/mq (tolleranza. + 0,2 kg/mq). Essi sono costituiti da un bitume a modifica Hard (HD) di cui alla tabella bitumi a caldo stesi a caldo con idonea rampa spruzzatrice. Il controllo delle quantità impiegate può essere effettuato valutando i consumi durante l'impiego.

## 9.3 Emulsioni bituminose (cationiche non modificate) per mano di attacco (EA)

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cementato e base, basebinder e binder e usure normali (per usure non aperte). Negli altri casi si usa bitume modificato hard (vedi Art. 9.2)

Caratteristiche per le mani d'attacco	Norme di riferimento	Emulsioni a rapida rottura	Emulsioni a media velocità di rottura
Contenuto di bitume (%)	UNI EN 1431	≥ 60	≥ 55
Contenuto di acqua (%)	UNI EN 1428	≤ 40	≤ 45
Grado di acidità (PH)	UNI EN 12850	2-5	2-5
<i>Bitume proveniente dalla distillazione (UNI EN 1431)</i>			
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	≥ 40	≥ 40
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	50 - 120	100-150
Punto di rottura FRAAS (°C)	UNI EN 12593	≤ -8	≤ -8

## 9.4 Attivanti chimici funzionali (ACF)

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

## 9.5 Attivanti di adesione (Dopes - DP)

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

## 9.6 Fibre per il rinforzo strutturale del bitume (FB)

Sono prodotti che migliorano le caratteristiche strutturali del legante, aumentando i valori di resistenza a trazione e le caratteristiche di fatica, diminuendo la suscettibilità termica. Vanno impiegate obbligatoriamente per conglomerati bituminosi con % di vuoti > 15% (a n° giri medio N2 alla giratoria) per aumentarne la stabilità nel tempo. Danno inoltre vantaggi sulle lavorazioni aumentando lo spessore della pellicola del legante e diminuendo problemi di colaggio del bitume, soprattutto in stagioni calde e per cantieri lontani dagli impianti. L'elemento fibroso rinforzante può essere di natura minerale (vetro) o sintetica (fibre acriliche); si possono usare soluzioni miste tramite l'aggiunta di prodotti cellulosici o anche polimerici (es polietilene ecc). In ogni caso le fibre o la loro miscela dovranno essere in formato tale da impedire la dispersione in aria delle parti volatili durante la movimentazione e tutto l'arco temporale dell'impiego (ad es. pellets realizzati con elementi agglomeranti tipo cellulosa). L'elemento rinforzante principale deve essere contenuto almeno al 70%, mentre le percentuali di impiego della fibra o delle sue miscele sono indicativamente 0,05% - 0,5% in peso sugli aggregati a seconda della tipologia di fibra impiegata o della presenza o meno delle miscele. L'impiego delle fibre richiede l'utilizzo di macchinari per la corretta dosatura, disgregazione e dispersione nel conglomerato, oltretutto per evitare fenomeni di dispersione in aria. Le fibre o le loro miscele dovranno avere caratteristiche tali da disperdersi in modo capillare nel conglomerato. Le dimensioni (diametro e lunghezza) delle fibre o delle loro miscele, dovranno essere tali da non risultare pericolose per inalazione e in generale non pericolose per il personale operante. Le fibre rinforzanti, devono avere le seguenti caratteristiche geometriche e meccaniche:

**Tabella fibre rinforzanti**

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

La validità delle fibre o delle loro miscele, dovrà esser verificata con le prove prestazionali del legante completo, ottenuto operando con le miscele drenanti standard di riferimento (vedi art 9.7) realizzando provini con e senza fibre valutandone l'efficacia in termini di resistenze a trazione diametrale. Tutti i prodotti devono essere approvati sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati se non già preventivamente approvati dal CSS e devono essere accompagnati da scheda tecnica e di sicurezza.



## 9.7 Tabella sinottica dei materiali leganti e loro additivi

Nome	Sigla
Bitume base modifica	BM
Bitume non modificato	TQ
Bitume modificato soft	SF
Bitume modificato hard	HD
Emulsioni per mano di attacco	EA
Emulsioni modificate per riciclaggio	ER
Attivanti chimici funzionali	ACF
Attivanti di adesione	DP
Fibre	FB

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

Lavorazioni	Leganti		Additivi		
Usure A e B (US)	SF	HD	ACF	DP	
Binder (BI)	SF	HD	ACF	DP	
Base (BA)	SF	HD	ACF	DP	
Basebinder (Bb)	SF	HD	ACF	DP	
Drenante (DR)	HD		FB	DP	
Drenante con argilla espansa (DAE)	HD		FB	DP	
Riciclaggio con schiumato (RBS)	BM	TQ			
Riciclaggio con schiumato in impianto (SCI)	BM	TQ	ACF		
Riciclaggio emulsione (RE)	ER		ACF		
Microtappeto di usura (MTU)	SF	HD	ACF	DP	

ACF, DP e FB vanno utilizzati su indicazioni della DL.

## Art. 10 CONGLOMERATI BITUMINOSI

### 10.1 Prescrizioni generali

I conglomerati bituminosi devono essere prodotti a caldo in impianti fissi o mobili di idonee caratteristiche. Dovranno essere realizzati miscelando a caldo aggregati grossi, fini e filler in impianti automatizzati continui o discontinui. Gli aggregati dovranno essere stoccati in appositi siti, ben separati fra le varie pezzature e in zone prive di ristagni d'acqua o di terreni argillosi. I leganti bituminosi devono essere stoccati in idonee cisterne con controllo delle temperature. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate all'art. 53

### 10.2 Aggregati

Gli aggregati devono essere costituiti da aggregati naturali frantumati o in percentuali ridotte da aggregati artificiali (argilla espansa, scorie di altoforno ecc.), in questo caso sarà la DL a decidere, caso per caso, l'idoneità dei materiali e le percentuali di impiego. In caso di impiego di aggregati "alluvionali", cioè provenienti da frantumazione di rocce tondeggianti, la percentuale (totale) di impiego di questi ultimi non deve essere superiore al 50%. Gli aggregati alluvionali dovranno provenire dalla frantumazione di elementi sufficientemente grandi da essere formati da elementi completamente frantumati (privi di facce tonde) in percentuale (in peso)  $\geq 70\%$ ; la restante parte non dovrà essere mai completamente tonda. Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore con i seguenti requisiti:

### BASE; BASE-BINDER; BINDER

#### AGGREGATI GROSSI

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	$\leq 25$	LA <sub>25</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	50	C <sub>50/30</sub>
Coefficiente appiattimento di	UNI EN 933-3	FI	%	$\leq 15$	FI <sub>15</sub>

#### AGGREGATI FINI

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f <sub>18</sub>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 60	-

#### FILLER



REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 5	$\Delta_{R\&B/16}$

## USURA

### REQUISITI DEGLI AGGREGATI GROSSI

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	$\leq 20$	LA <sub>20</sub>
Resistenza alla levigatezza	UNI EN 1097-8	LV	-	44 (*)	PSV <sub>44</sub>
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	$\leq 1$	F <sub>1</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C	%	70	C <sub>50/10</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	$\leq 15$	FI <sub>15</sub>

(\*) Vale la regola del PSVmix (art3.2.2)

### REQUISITI AGGREGATI FINI

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 18	f <sub>18</sub>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	>75	-

### FILLER

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13043)
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	-
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	-
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-	-	N.P.	-
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 5	$\Delta_{R\&B/16}$

#### 10.2.1 Valore di levigabilità dovuto alla miscela di aggregati (PSVmix)

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

Modalità di calcolo:

a partire dalle percentuali in peso di impiego (% inerte 1, % inerte 2, ecc.):

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

Il PSVmix si calcola sommando il prodotto della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (compresa la sabbia) utilizzata per il relativo valore di PSV diviso per 100.

**Art. 11**  
**CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO ( FRESATO)**

**11.1 Conglomerato bituminoso riciclato (fresato)-modalità di reimpiego**

In caso di utilizzo di materiale fresato, la classificazione del materiale andrà fatta secondo la UNI EN 13108/8. I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito “fresati”, sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, per piazzole di sosta, rampe di conversione o d'uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d'emergenza, aree di parcheggio, d'atterraggio elicotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni. L'impiego del fresato deve rispondere a quanto prescritto dal TU Ambientale 152/06. In particolare, la messa in riserva e l'impiego di fresato per gli usi sopra descritti, al di fuori dei conglomerati bituminosi, è subordinato all'esecuzione del “test di cessione” sul rifiuto eseguito sul materiale tal quale, secondo il metodo riportato in allegato n° 3 al Decreto Ministeriale del Ministero dell'Ambiente n° 72 del 5 febbraio 1998. (Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del DL n° 22 del 5 febbraio 1997). I materiali risultanti positivi o vengono inertizzati prima dell'uso (per lavaggio o per rivestimento con calce) o devono essere inviati a discarica autorizzata. La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva. Ai fini del massimo reimpiego nelle miscele a caldo di conglomerati bituminosi fresati, si danno qui di seguito le indicazioni necessarie al corretto utilizzo. Per gli strati di base basebinder e binder si possono usare fresati di qualsiasi provenienza, mentre per le miscele da impiegare negli strati di usura va usato solo fresato proveniente da strati di usura drenanti o meno. Tutto il fresato prima dell'impiego va “vagliato” al 30 mm, per gli strati di base e basebinder, e al 20 mm per gli strati di binder e usura; ciò al fine di evitare di comprendere elementi grossolani e per ridurre la “variabilità” della miscela. L'impiego dei fresati comporta l'impiego di rigeneranti (1 - 5% in peso sul bitume totale) per il vecchio bitume; tali rigeneranti devono essere approvati come indicato all'art 1.5 e vanno impiegati in particolari zone (es. zone ad elevato traffico) e sempre su indicazione della DL. In caso di impiego di fresato le percentuali minime di bitume totale salgono di 0,2% per tutte le miscele (vedi punti 3.5) considerando nella miscela totale anche il bitume contenuto nel fresato. Il controllo della percentuale di fresato da parte della DL potrà essere effettuato direttamente in impianto. Ai fini del reimpiego (in base alla disponibilità e alla tipologia dell'impianto) e possibile impiegare le seguenti percentuali di fresato:

	% di impiego di fresato														
	Usura a (US)			Usura b (US)			Binder (BI)			Basebinder (Bb)			Base (BA)		
Tipologia bitume	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD	TQ	SF	HD
% di fresato	≤10	≤25	≤20	≤10	≤25	≤20	≤15	≤30	≤25	≤15	≤35	≤30	≤15	≤35	≤30
% di ACF sul bitume	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	2-4	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5

**Art. 12**  
**MISCELE**

La miscela degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento dei conglomerati bituminosi dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, comprese nei limiti dei fusi riportati nella seguente tabella:

Apertura Setacci (mm)	Fusi granulometrici (passanti %)									
	Usura a (US)		Usura b (US)		Binder (BI)		Basebinder (°) (Bb)		Base (BA)	
31,5							100	100	100	100
20					100	100	78	100	68	88
16	100	100			90	100	66	86	55	78
12,5	90	100	100	100	66	86	-	-	-	-
8	70	88	90	100	52	72	42	62	36	60
4	40	58	44	64	34	54	30	50	25	48
2	25	38	28	42	25	40	20	38	18	38
0,5	10	20	12	24	10	22	8	21	8	21
0,25	8	16	8	18	6	16	5	16	5	16
0,063	6	10	6	10	4	8	4	8	4	8
% bitume riferito alla miscela (12697-1 e 39)	4,5 - 6,1		4,5 - 6,1		4,1 - 5,5		4,0 - 5,3		3,8 - 5,2	
Spessori (cm)	4 - 6		3		4 - 8		7-12		8-18	

(°) Questa miscela va usata nei risanamenti superficiali (RS) quando lo spessore non è sufficiente a costituire una base; essa è infatti resistente ed adatta ad essere a contatto con l'usura.

**12.1 Caratteristiche prestazionali (volumetriche e meccaniche)**

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

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

## 12.2 Dati volumetrici

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

	Base e basebinder			Binder			Usura A e B			% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
	TQ	Sf	HD	TQ	Sf	HD	TQ	Sf	HD	
N1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11-15
N2	100	110	120	100	110	120	120	130	140	3-6
N3	180	190	200	180	190	200	210	220	230	≥ 2

## 12.3 Dati meccanici

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

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

## 12.4 Verifiche prestazionali sulla qualità del prodotto in opera

Ai fini della valutazione della qualità e della posa in opera del conglomerato si possono realizzare:

- prelievi di conglomerato durante la posa in opera, alla stesa o all'impianto
- prelievi di campione di bitume da cisterna o da serbatoio
- carotaggi effettuati entro 6 mesi dalla fine della lavorazione

### Prelievi di conglomerato

Sui prelievi di conglomerato andranno realizzati provini giratoria per in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi. Sui conglomerati andrà effettuata l'estrazione del legante mediante ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante. La granulometria dovrà essere sempre contenuta nel fuso (art.12) mentre rispetto alla curva di progetto si potranno avere in riferimento all'apertura dei setacci i seguenti scostamenti:

- scostamenti di + 5% per i passanti ai setacci con apertura > 2mm,
- scostamenti di + 3% per i passanti ai setacci con apertura > 0,063mm e < 2mm
- scostamenti di + 1,5% per i passanti al setaccio 0,063mm

La percentuale di legante dovrà essere sempre contenuta negli intervalli indicati (art.12).

### Carotaggi

I carotaggi verranno utilizzati o per la taratura di eventuali misure ad Alto Rendimento con Radar penetrometrico o come misura diretta, vedi all'art. 53. I carotaggi, indicativamente 3 carote/km per corsia, scelte in modo casuale nel caso di uso diretto di misura degli spessori, dovranno avere diametro compreso tra 100 e 200 mm. Dovranno essere individuati gli spessori dei singoli strati componenti il pacchetto con particolare riferimento ai conglomerati bituminosi. Nel caso dell'uso per taratura dei radar penetrometrici, i carotaggi saranno fatti dopo il passaggio delle macchine, nei punti più adatti allo scopo (segnale radar meglio definito).

## 12.5 Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele

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

Lavorazioni	% dei vuoti (Vm : UNI EN 12697-8)	
	min.	max.
Base ( <b>BA</b> )	3	9
Basebinder ( <b>Bb</b> )	3	9
Binder ( <b>BI</b> )	3	8
Usure A e B ( <b>US</b> )	3	8
Microtappeto di usura	3	8

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte della DL di variazione del sistema di compattazione, onde evitare le sanzioni individuabili con i controlli finali di cui all'art. 53 restando valida la valutazione prestazionale.

**Art. 13**  
**TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

**13.1 Tappeti di irruvidimento (tipo Macroseal)**

L'impiego di macroseal deve essere previsto al fine di ripristinare una condizione di aderenza accettabile su tappeti con CAT<45 o in particolari tratti ad elevata pericolosità (curve con raggi di curvatura piccoli, tratti in forte pendenza e/o tratte ad elevata incidentalità). Per una sufficiente durata del macroseal (per durata si intende un mantenimento della superficie continuo senza "chiazze" o zone di espiazione della graniglia soprattutto sulla battuta dei pneumatici) è necessario avere un supporto (a meno di effettuare una rasatura) sufficientemente sano, cioè privo di lesioni, ragnatele o sfondamenti. Gli aggregati impiegati, tutti di frantumazione e di natura basaltica, dovranno avere PSV > 45 e LA < 0,18; in caso di impiego di altri materiali (scorie, loppe, cromiti ecc) la DL si dovrà esprimere circa la fattibilità del lavoro. Lo spessore deve essere compreso tra 4 e 6 mm.

Granulometria		
Apertura Setacci (mm)	Fuso	
8	100	100
4	50	80
2	30	55
0,25	12	24
0,125	8	18
0,063	5	10
% bitume riferito alla miscela (12697-1 e 39)	5,5-8,5	

Il legante deve essere emulsione bituminosa modificata opportunamente formulata per l'impiego. La lavorazione deve essere preceduta dalla spazzolatura del supporto che deve essere asciutto. La lavorazione deve essere eseguita con apposite macchine moventi (impastatrici tenditrici) e la superficie deve presentarsi uniforme e priva di difetti (ripartenze, refluimenti, strappi ecc). Deve inoltre presentare sufficiente macrotestitura (HS > 0,4). L'apertura al traffico deve avvenire in modo graduale (tenendo bassa la velocità dei veicoli alla prima apertura) e dopo un tempo sufficiente per la completa rottura dell'emulsione. Per la lavorazione la temperatura minima dell'aria è di 15°C ed è assolutamente vietata in caso di pioggia o di supporto bagnato o umido.

**13.2 Microtappeto di usura chiusa in conglomerato bituminoso a caldo**

In corrispondenza di aree anche con presenza di fenomeni deformativi è possibile ripristinare una superficie viabile con adeguate caratteristiche mediante la stesa di un tappeto di usura da stendere dopo fresatura. È possibile impiegare questo tappeto anche per risagomare le superfici viabili.

**13.2.1. Prescrizioni generali**

Valgono le stesse prescrizioni dell'art. 10.1

**13.2.2. Aggregati**

Valgono le stesse prescrizioni relative allo strato di usura.

**13.2.3 Miscela**

Granulometria		
Apertura Setacci (mm)	Fuso	
8	100	100
4	70	90
2	38	58
0,5	15	32
0,25	8	20
0,063	5	10
% bitume riferito alla miscela (12697-1 e 39)	5,0 - 6,5	
Spessori (cm)	1,5- 3,0	

**13.2.4 Caratteristiche prestazionali (volumetriche e meccaniche)**

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

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

**13.2.5 Dati volumetrici**

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



	TQ	% vuoti (Vm UNI EN 12697-8)
N1	10	11-15
N2	120	3-6
N3	210	≥ 2

### 13.2.6 Dati meccanici

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

	Miscele con bitume SF e HD
ITS (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	0,95 – 1,70
CTI (GPa x 10 <sup>-3</sup> )	≥ 75

### 13.2.7 Verifiche prestazionali sulla qualità del prodotto in opera

Ai fini della valutazione della qualità e della posa in opera del conglomerato si possono realizzare:

- prelievi di conglomerato durante la posa in opera, alla stesa o all'impianto
- prelievi di campione di bitume da cisterna o da serbatoio
- carotaggi effettuati entro 6 mesi dalla fine della lavorazione

#### Prelievi di conglomerato

Sui prelievi di conglomerato andranno realizzati provini giratoria per in controllo della percentuale dei vuoti e delle resistenze diametrali che dovranno rispettare gli intervalli espressi. Sui conglomerati andrà effettuata l'estrazione del legante mediante ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante. La granulometria dovrà essere sempre contenuta nel fuso (art. 13.2.3) mentre rispetto alla curva di progetto si potranno avere in riferimento all'apertura dei setacci i seguenti scostamenti:

- scostamenti di + 5% per i passanti ai setacci con apertura > 2mm,
- scostamenti di + 3% per i passanti ai setacci con apertura > 0,063mm e < 2mm
- scostamenti di + 1,5% per i passanti al setaccio 0,063mm

La percentuale di legante dovrà essere sempre contenuta negli intervalli indicati (art. 13.2.3).

#### Carotaggi

I carotaggi, indicativamente 3 carote/km per corsia, scelte in modo casuale, dovranno avere diametro compreso tra 150 e 200 mm. Dovrà essere individuato lo spessore del singolo strato del tappeto di usura e valutato come indicato all'art. 53.

## Art. 14 ALTRE LAVORAZIONI

### 14.1 Demolizione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzata con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso, deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico di materiale fresato; potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (con preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire e non producano emissioni inquinanti. Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di fresatura risulti (secondo un insindacabile giudizio della DL) idoneo per il riutilizzo nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati, polveri o altri materiali, che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera. L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti in progetto o dalla DL. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di fresatura; senza questo parere le fresature verranno compensate con i centimetri di spessore indicati in progetto o negli ordinativi di lavoro. Comunque il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio. Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali più quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla DL munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano perfettamente pulito e depolverizzato. Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere fatta con un solo passaggio di fresa, mentre, per spessori superiori a 15 cm, si devono fare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato. Le pareti dei giunti longitudinali devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature. Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, essere perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano d'attacco di legante bituminoso prevista in progetto o indicata dalla DL.

### 14.2 Rappezzi localizzati

I rappezzi devono essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, riquadratura dei bordi, spianamento del fondo anche con apporto di materiale prebitumato fine ed impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali. Seguirà il riempimento e la compattazione. Non si dovranno superare i 10 cm per ogni strato data la difficoltà di ben compattare spazi ridotti. Al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti sopra la zona rappezzata, si dovrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa autoadesiva rinforzata con apposito tessuto non tessuto o geotessile a rete che serva a ritardare la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio. Per buche in zone a traffico elevato, dopo la stesa della mano di attacco andrà steso il conglomerato bituminoso di riempimento che non dovrà essere a freddo (bitumi flussati), ma a caldo e preferibilmente modificato con plastomeri, aggiunti nel mescolatore (3-4 kg / ton di conglomerato bituminoso). I rappezzi fatti in condizioni climatiche avverse potranno essere realizzati con materiali a freddo, ma le riparazioni dovranno essere ripetute con conglomerato a caldo e con i metodi sopra descritti.

### 14.3 Sigillatura dei giunti

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata. Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

### Art. 15

#### POZZETTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE STRADALI

##### - Pozzetti d'ispezione

Tutti i pozzetti di ispezione (bianca, nera, ecc.) saranno in cls prefabbricato e a tenuta stagna onde evitare dispersioni di liquami nel terreno, con dimensioni variabili a seconda delle esigenze così come indicato nelle planimetrie di progetto e nei particolari costruttivi. Nell'esecuzione dei condotti di allacciamento saranno evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione; all'occorrenza si useranno pezzi speciali di raccordo e riduzione.

##### - Chiusini - Caditoie e Griglie in Ghisa

I chiusini e le caditoie saranno in ghisa sferoidale a norma UNI EN 124 e di classe adeguata al luogo di utilizzo. Saranno completi di telaio nelle dimensioni riportati sugli elaborati di progetto.

##### Classificazione

I dispositivi di chiusura e di coronamento sono divisi nelle classi di seguito elencate, correlate al luogo di installazione:

1. Classe B 125: Marciapiedi, zone pedonali aperte solo occasionalmente al traffico veicolare e superfici paragonabili, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per macchine.
2. Classe C 250: interessa esclusivamente i dispositivi di coronamento installati su banchine carrabili e nelle cunette ai bordi delle strade, che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, misurati dal bordo del marciapiede.
3. Classe D 400: vie di circolazione normale, incluse le zone pedonali in cui il traffico è vietato per certi periodi.

##### - Reti di Scarico Acque Meteoriche

S'intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto. Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate. Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. In conformità al regolamento vigente in materia le acque bianche attraverso una opportuna rete di scarico si uniranno alle acque nere a monte dell'allaccio in pubblica fognatura, realizzato con tubazione in polietilene conforme alla norma UNI EN 1519. Le reti di scarico delle acque bianche sono dimensionate utilizzando indici udometrici conformi alla piovosità della zona e alla norma UNI EN 12056. Tutti i prodotti e/o materiali, di cui al presente articolo, saranno dotati di marcatura CE.

##### - Tubazioni in PVC Rigido ( Fognature)

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido corrispondono alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma UNI EN ISO 1452, UNI EN 1401 ed alle Raccomandazioni I.I.P. e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano". I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie. Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse. I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI. I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI EN ISO 1452-3 o UNI 1401-1. Per l'acquedotto saranno impiegati tubi della serie indicata negli elaborati di progetto I valori delle pressioni nominali PN, riferiti alla temperatura di 20°C, per i tubi per acquedotto PVC 100 (quelli cioè che, secondo le norme UNI EN ISO 1452-2, ammettono una sollecitazione o pari a 100 Kg/cmq) sono i seguenti: per la corrispondente pressione nominale di esercizio PN =16 kg/cmq. Per la fognatura (scarichi di acque di rifiuto civili e industriali: acque bianche, nere e miste) saranno impiegati tubi del tipo UNI 1401 SN4 SDR 34. La condotta sarà collegata con il tipo di giunto Giunti a bicchiere e a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche. Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio. La marcatura deve essere, su almeno una generatrice del tubo, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma UNI EN 1401, contenere almeno con intervalli di massimo 2 metri le seguenti informazioni:

- il nome del fabbricante o marchio commerciale;
- il numero della norma di riferimento UNI EN 1401-1;
- il codice area di applicazione U o UD;
- il materiale PVC-U;
- il diametro nominale;
- lo spessore o il rapporto standard dimensionale SDR;
- la classe di rigidità nominale SN;
- la data di produzione, numero di trafilatura e numero di lotto;
- il marchio di conformità.

Tutte le forniture delle tubazioni, da impiegare per la realizzazione dei nuovi rami di fognatura, devono essere accompagnate da certificati di fornitura che attestino la conformità di tutti i requisiti contenuti nella norma UNI EN 1401-1 e UNI ENV 1401-2. L'installazione delle tubazioni, sarà realizzata attenendosi ai requisiti della norma UNI ENV 1401-3, UNI ENV 1046 e UNI EN 1610 e operando con la migliore "regola d'arte". Il collaudo della condotta in cantiere, sarà eseguito in ottemperanza al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 e secondo i metodi previsti dalla norma UNI EN 1610. Salvo diversa indicazione riportata nei progetti possono essere usate anche tubazioni in PVC rispondenti alla norma UNI EN 1329 con giunzione ad incollaggio.

### Art. 16

#### CORDONATURE E BORDI

I bordi e le cordonature di delimitazione in genere, potranno essere costruite con materiali e modalità diverse secondo quanto previsto dai relativi prezzi di "Elenco"; inoltre dovranno corrispondere per forma, dimensioni e caratteristiche costruttive ai "tipi" allegati al presente Capitolato nonché alle prescrizioni esecutive che verranno stabilite dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera. Di norma saranno impiegati cordoni di granito o elementi prefabbricati di conglomerato cementizio, che saranno posti in opera su un letto di malta cementizia di adatto

spessore (formata con ql 1,00 di cemento "325" per metro cubo di sabbia grossa), procedendo successivamente alla perfetta stuccatura e stilatura dei giunti fra i singoli elementi con malta cementizia (formata con ql 4,00 di cemento "325" per metro cubo di sabbia). In particolare gli elementi prefabbricati dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, avente  $R_{ck} > 30$  MPa, della lunghezza di m 1,00, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto o prescritta dalla Direzione Lavori. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite, secondo i "tipi" in appalto. L'eventuale costruzione di una fondazione in conglomerato cementizio, a sostegno dei cordoni di granito o degli elementi prefabbricati, verrà eseguita con le qualità del calcestruzzo e con le dimensioni che saranno stabilite, per caso, dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo. Gli elementi speciali, curve, passi carrai, bocche di lupo, o comunque sagomati, dovranno raccordarsi perfettamente con gli elementi retti e saranno compensati con il medesimo prezzo d'elenco previsto per l'elemento retto.

## **Art. 17 SEGNALETICA**

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi a tipi e dimensioni prescritti dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16/12/1992, n.495 "Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada" ed a quanto richiesto dalle relative circolari del Ministero lavori pubblici.

### **SEGNALETICA ORIZZONTALE - VERNICI SPARTITRAFFICO**

Le vernici, sia che siano a base di solventi sia che siano all'acqua, devono essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, in modo che le verniciature sulle carreggiate stradali svolgano una efficiente funzione di segnalazione e di guida nelle ore notturne sotto l'azione dei proiettori dei veicoli.

Le vernici devono essere già pronte per l'uso, di consistenza adatta per lo spruzzo, e devono corrispondere alle norme della Legge n. 245 del 05/01/1963. Le vernici dovranno essere adatte per essere applicate sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovranno produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta. Sia le vernici sia il diluente dovranno essere forniti in confezioni sigillate a perfetta tenuta e a prova di evaporazione, contrassegnati con l'apposita etichettatura prevista dalle direttive Europee in vigore. I colori delle vernici, sia che siano a base di solventi sia che siano all'acqua, devono essere conformi al bianco ed al giallo richiesti. Il colore bianco della vernice dovrà ottenersi esclusivamente con il biossido di titanio rutilo; quello giallo con il cromato di piombo o con materiale diverso da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori. I colori della finitura delle vernici devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (Registro colori 840-HR) e corrispondenti coordinate cromatiche:

**bianco:** R.A.L. 9016 [ $x=0,46$ ;  $y=0,41$ ; illuminante=A; angolo di osservazione= $10^\circ$  (specifiche CIE COLORIMETRY 2<sup>^</sup> ed. pubbl. 15/02/86)]

**giallo:** R.A.L. 1007 [ $x=0,53$ ;  $y=0,43$ ; illuminante=A; angolo di osservazione= $10^\circ$  (specifiche CIE COLORIMETRY 2<sup>^</sup> ed. pubbl.15/02/86)]

La determinazione dei colori sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccazione delle vernici per 24 ore (UNI 9377).

Le vernici devono risultare molto coprenti e non devono né scolorire al sole né contenere alcun colorante organico.

Quella bianca, inoltre, dopo l'essiccazione, dovrà presentarsi senza sfumature grigie e giallastre, e dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75%, relativo all'ossido di magnesio, accertato mediante opportuna attrezzatura o metodo di Laboratorio. Il colore dovrà conservarsi nel tempo, dopo l'applicazione, e l'accertamento di tale conservazione, che potrà essere richiesto dalla stazione appaltante in qualunque tempo prima del collaudo, dovrà determinarsi con opportuno metodo di Laboratorio. Il peso specifico per le vernici, sia che siano a base di solventi sia che siano all'acqua, calcolato a  $25^\circ$  C (UNI 8360) dovrà essere compreso tra 1,640 e 1,850 g/cm<sup>3</sup>. Le vernici, sia che siano a base di solventi sia che siano all'acqua, dovranno avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzate con le normali macchine traccialinee; tale consistenza misurata dallo Stormer Viscosimeter a  $25^\circ$  C (A.S.T.M.-M-562), espressa in unità Krebs (KU) sarà compresa fra 70 e 90 ovvero misurata in coppa Ford 8 a  $+20^\circ$  C, sarà compresa fra 18 e 22 sec. Il residuo secco, non volatile, sarà compreso fra il 75% e lo 85% in peso (UNI 8906), sia per la vernice bianca sia per quella gialla. Il liquido portante deve essere composto da componenti inorganici (cariche e pigmenti non nobili) per una percentuale riferita al peso della vernice del 15-35%. I solventi e gli essiccanti dovranno essere derivati da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio, secondo la Legge n. 245 del 05/03/1963 (G.U. 21/03/63 n. 77) e rispondenti ai seguenti requisiti:

Benzene (o Benzolo) esente

Toluolo + Xilolo inferiore al 45%

La vernice da applicare a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,100 per metro lineare di striscia larga cm. 12 (dodici) ed alla temperatura dell'aria compresa fra  $15^\circ$  C e  $40^\circ$  C e umidità relativa non superiore al 70% dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30 - 45 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote di gomma degli autoveicoli in transito (UNI 8362). Il potere coprente delle vernici dovrà essere compreso tra 1,20 e 1,50 m<sup>2</sup>/Kg ovvero la superficie ricoperta con Kg. 1 di vernice dovrà variare, in conseguenza delle diverse rugosità della pavimentazione, tra m<sup>2</sup> 1,2 e m<sup>2</sup> 1,5 (UNI ISO 3905). Le vernici non dovranno assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la loro composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose, in normali condizioni della pavimentazione medesima. Le vernici dovranno resistere all'azione di lubrificanti e carburanti di ogni tipo e risultare insolubili ed inattaccabili alla loro azione. Devono, altresì, avere una buona resistenza all'usura sia del traffico sia degli agenti atmosferici e devono presentare una visibilità ed una rifrangenza costanti sino alla completa consumazione.

### **- COMPOSIZIONE DELLE VERNICI**

#### **Vernici bianche a base di solventi**

Le vernici devono essere costituite da pigmento nobile (UNI 8561) di biossido di titanio rutilo (tipo A) o anatasio (tipo B) per una percentuale riferita al peso della vernice non inferiore al 13%. Il liquido portante deve essere composto da componenti inorganici (cariche e pigmenti non nobili) per una percentuale riferita al peso della vernice del 15-35%. La resina dovrà essere tipo acrilico per una percentuale riferita al peso della vernice del 13-25%. La percentuale di microsfere di vetro da premiscelare nella pittura deve essere in percentuale riferita al peso della vernice del 20-30%. I solventi e gli essiccanti devono essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio e in percentuale riferita al peso della vernice del 18-22%.

#### **Vernici bianche all'acqua**

Le vernici devono essere costituite da pigmento nobile (UNI 8561) di biossido di titanio rutilo (tipo A) o anatasio (tipo B) per una percentuale riferita al peso della vernice non inferiore al 13%. Le vernici devono essere costituite con un contenuto a base di resina acrilica pura per evitare l'immersione delle micropertine e quindi una migliore rifrangenza, in percentuale riferita al peso della vernice del 16,50-17,50%. Il liquido portante deve essere composto da componenti inorganici (cariche e pigmenti non nobili) per una percentuale riferita al peso della vernice del 41,50-42,50% e da solidi non volatili per una percentuale riferita al peso della vernice del 78-80%. La percentuale di microsfere di vetro da premiscelare nella pittura deve essere in percentuale riferita al peso della vernice non inferiore al 20%.

#### **Vernici gialle**

Le vernici devono essere costituite da pigmento nobile di cromato di piombo o di altro materiale da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori, per una percentuale riferita al peso della vernice non inferiore al 12%. Il liquido portante deve essere composto da componenti inorganici (cariche e pigmenti non nobili) per una percentuale riferita al peso della vernice del 15-35%. La resina dovrà essere tipo acrilico per una percentuale riferita al peso della vernice del 13-25%. La percentuale di microsfere di vetro da premiscelare nella pittura



deve essere in percentuale riferita al peso della vernice del 20-30%. I solventi e gli essiccanti devono essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio e in percentuale riferita al peso della vernice del 18-22%.

#### *Diluizione*

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente, o di acqua per le vernici all'acqua, fino al massimo del 10% in peso.

#### **CARATTERISTICHE DELLE MICROSFERE DI VETRO**

Le microsfere di vetro dovranno essere incolori, trasparenti, prive di lattiginosità, di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale, dovranno avere forma sferica, con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme. Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide tamponate a pH 5 - 5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o di sodio, né dovranno diventare opalescenti se bollite un'ora in acqua distillata e poi filtrate ed asciugate. L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,50 (UNI 9394). Potranno essere utilizzate, previo assenso della Direzione Lavori, a parità di costo, su tratti campione a titolo sperimentale, microsfere di vetro con indice di rifrazione 1,90. La percentuale in peso delle microsfere contenute nella vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 20% ed il 30% (UNI 9381). Le microsfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria (UNI 9597):

	% in peso
Setaccio A.S.T.M.	
Perline passanti per il setaccio	
n. 70 (mm. 0,212) .....	100 %
n. 80 (mm. 0,180) .....	85 - 100 %
n. 140 (mm. 0,106) .....	15 - 55 %
n. 230 (mm. 0,063) .....	0 - 10 %

Le microsfere di vetro trattate da post spruzzare sulle vernici dovranno, invece, soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria (UNI 9597):

	% in peso
Setaccio A.S.T.M.	
Perline passanti per il setaccio	
n. (mm. 0,710) .....	100%
n. 30 (mm. 0,600) .....	80 - 95 %
n. 50 (mm. 0,300) .....	25 - 70 %
n. 80 (mm. 0,180) .....	0 - 15 %

Per aumentare l'adesione con le vernici a base di solvente o all'acqua le microsfere da post-spruzzare devono avere subito un trattamento superficiale a base di silani: il trattamento deve essere specifico per il tipo di legante presente nella vernice da applicare.

#### **SEGNALETICA VERTICALE**

Tutti i sostegni metallici devono essere posti in opera su plinto di calcestruzzo dosato a q.li 2,50/mc delle dimensioni opportune ed a giudizio insindacabile della direzione dei lavori. La lunghezza dell'incastro sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori, e dove occorra dovranno essere predisposti dei fori per il passaggio di cavi elettrici. Tutti i supporti metallici dei segnali stradali dovranno essere fissati ai relativi sostegni mediante le apposite staffe e bulloneria di dotazione, previa verifica della verticalità del sostegno stesso. L'asse verticale del segnale dovrà essere parallelo e centrato con l'asse del sostegno metallico. Il supporto metallico dovrà essere opportunamente orientato secondo quanto indicato dalla direzione dei lavori. Tutti i manufatti riguardanti la segnaletica verticale dovranno essere posti in opera a regola d'arte e mantenuti dall'impresa in perfetta efficienza fino al collaudo. I pali in ferro posti entro blocchi di fondazione andranno entro tubo di cemento di  $\varnothing$  adeguato al palo, fissati mediante sabbia umida ben costipata sigillando la parte superiore con un collare in malta di cemento dello spessore di cm 10. Le profondità d'infissione dei pali saranno di volta in volta stabilite dalla direzione lavori a seconda della natura del terreno. I sostegni andranno posti per quanto possibile addossati al pozzetto. La dosatura normale media sarà di 200 kg di cemento per mc 0,80 di ghiaia lavata mista a mc 0,40 di sabbia. È vietata nel modo più assoluto l'aggiunta di acqua durante l'assettamento nei casseri. In ogni caso il costipamento del conglomerato dovrà essere fatto con massima cura ed essere proseguito fino all'eliminazione di ogni vuoto e fino a quando in superficie si sarà formato un velo d'acqua. Le riprese dei getti dovranno essere possibilmente evitate. Nel caso che si debba gettare conglomerato fresco a contatto con conglomerato che abbia già iniziato la presa, si dovrà scalpellare e pulire al velo la superficie del vecchio conglomerato per far sporgere la ghiaia ed il pietrisco.

#### **Art. 18**

#### **RETE DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA – CORPI ILLUMINANTI**

I materiali impiegati dovranno corrispondere alle caratteristiche e ai requisiti secondo quanto previsto dai relativi prezzi di "Elenco". A richiesta del Direttore dei Lavori l'Impresa dovrà documentare la provenienza dei materiali e sottoporli, a sue spese, alle prove regolamentari di laboratorio per l'accertamento delle loro caratteristiche tecniche. Al termine dei lavori l'Impresa esecutrice dovrà rilasciare un rapporto di verifica iniziale degli impianti elettrici in conformità alle Norme CEI 64-8/6 unitamente alla dichiarazione di conformità nel rispetto di quanto indicato nel D.L. 37/2008.

#### *- Alimentazione*

Per i conduttori dovranno essere utilizzati conduttori unipolari dotati di guaina e tensioni nominali pari a 600-1000V con tensione di tenuta verso terra non inferiore a 4Kv. Quest'ultimi faranno capo a morsettiere inserite nel quadro elettrico e nella distribuzione saranno interrotti nella morsettiera stessa dell'apparecchio illuminante o con derivazione realizzata in pozzetto sempre in classe II. Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra. Per le condutture elettriche si veda l'articolo 413.2 della norma CEI 64-8. Nella realizzazione delle varie linee saranno impiegati, conduttori adatti al luogo d'installazione tipo (CEI 64-8 art. 527.1.3) e precisamente cavi unipolari in gomma etilenpropilenica tipo FG7R 0,6/1kV (CEI 20-22), con guaina protettiva per la posa interrata e entro i pali fino al corpo illuminante. Per i sistemi di prima categoria saranno utilizzati cavi per tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiore a 450/750 V, simbolo di designazione 07. I cavi posati entro una stessa tubazione dovranno avere un isolamento almeno uguale alla massima tensione presente nel sistema. Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il 3% della tensione a vuoto) saranno scelte tra quelle unificate. In ogni caso non saranno mai superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle suddette tabelle di unificazione CEI-UNEL. Saranno inoltre rispettate le sezioni minime imposte dalla Norma CEI 64-8 tab. 52E:

- 6 mmq. per cavi dorsali di alimentazione
- 1,5 mmq. per cavi di derivazione agli apparecchi di illuminazione

Il conduttore di neutro avrà la stessa sezione dei conduttori di fase (CEI 64-8 art. 524.2). Durante l'infilaggio, la forza di tiro deve essere esercitata sui conduttori e non sull'isolante del cavo; inoltre, per evitare di danneggiare il cavo, è opportuno che non superi 60 N/mmq. (con riferimento alla sezione totale dei conduttori di rame – circa 6 Kg/mmq.).

**Tutti i componenti facente parte dell'impianto dovranno essere in classe II a doppio isolamento comprese le condutture elettriche.**

#### *- Cassette - Derivazioni - Guaine isolanti*

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 1,5 mmq, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II della ditta "La Conchiglia" tipo SGVP collocata nell'alloggiamento del palo con transito nella medesima dei cavi unipolare di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unitamente alla fase interessata, al neutro ed alla terra, escludendo le

restanti due fasi. L'impianto di alimentazione sarà derivato dall'impianto di pubblica illuminazione esistente, mediante muffola di connessione collocata in un pozzetto, tipo 3M SCOTCHCAST o similare. Le muffole dovranno essere riempite, internamente, totalmente con materiale isolante idrorepellente.

- *Canalizzazioni e pozzetti.*

L'alimentazione delle singole utenze saranno eseguite mediante linea interrata ed inserite in canalizzazione in PVC del tipo corrugato a doppia parete conforme alle Norme CEI 23-39, 23-46 di diametro mm. 110 per la linea principale e mm. 40 per l'alimentazione dei corpi illuminanti, ovvero il diametro interno dei tubi è almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi (CEI 64-8 art. 522.8.1.1) e posata ad una profondità di 70 cm. I tubi utilizzati dovranno avere marchio IMQ od altra certificazione equivalente. Lungo la tubazione devono essere predisposti pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi, dei cambi di direzione, ecc. in modo da facilitare la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per riparazioni o ampliamenti. I pozzetti avranno dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso, saranno utilizzati pozzetti di dimensioni interne cm. 40x40x40 sia in rettilineo sia negli angoli. I chiusini dei pozzetti saranno di tipo carrabile in ghisa C250 e dovranno riportare la dicitura ILLUMINAZIONE PUBBLICA. Le linee interrate in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto secondo quanto indicato nelle Norme CEI 11-17 e DM 24-11-84. Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nella tavola grafica e nel computo metrico estimativo. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nella tavola grafica;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dalla tavola grafica, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 110 mm, peso 730 g/m, per il passaggio dei cavi di energia;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo d'impasto, a protezione delle tubazioni rigide in materiale plastico; il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà eseguirsi con materiali di risulta. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da eseguirsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno sei ore dal termine del getto di calcestruzzo; trasporto alla discarica del materiale eccedente. Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti e infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti. Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiale di risulta o altro materiale sul sedime, dovrà essere del tipo luminoso tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale. Il rinterro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensato con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguirsi prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo. E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto. Con il prezzo a corpo sono compensati, oltre allo scavo, anche il trasporto a piè d'opera, il tratto di tubazione in plastica interessato dalla parete del manufatto, il riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata, nonché il trasporto alla discarica del materiale scavato ed il ripristino del suolo pubblico.

- *Blocchi di fondazione dei pali.*

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nella tavola grafica e nel computo metrico estimativo.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 40 mm per il passaggio dei cavi dal pozzetto di derivazione;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente;

Per tutte le opere elencate nel presente articolo, è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico. Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun altro compenso.

- *Pali di sostegno.*

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40. E' previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR-UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85. Tutte le caratteristiche dimensionali sono indicate nella tavola grafica e nel computo metrico estimativo. In corrispondenza del punto d'incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di bloccaggio in calcestruzzo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI 6900/71.

Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta al percorso pedonale, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare dei Direttori dei Lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare. Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II. Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6 (1968). Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 40 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da tavola grafica. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4.

- *Apparecchi illuminanti.*

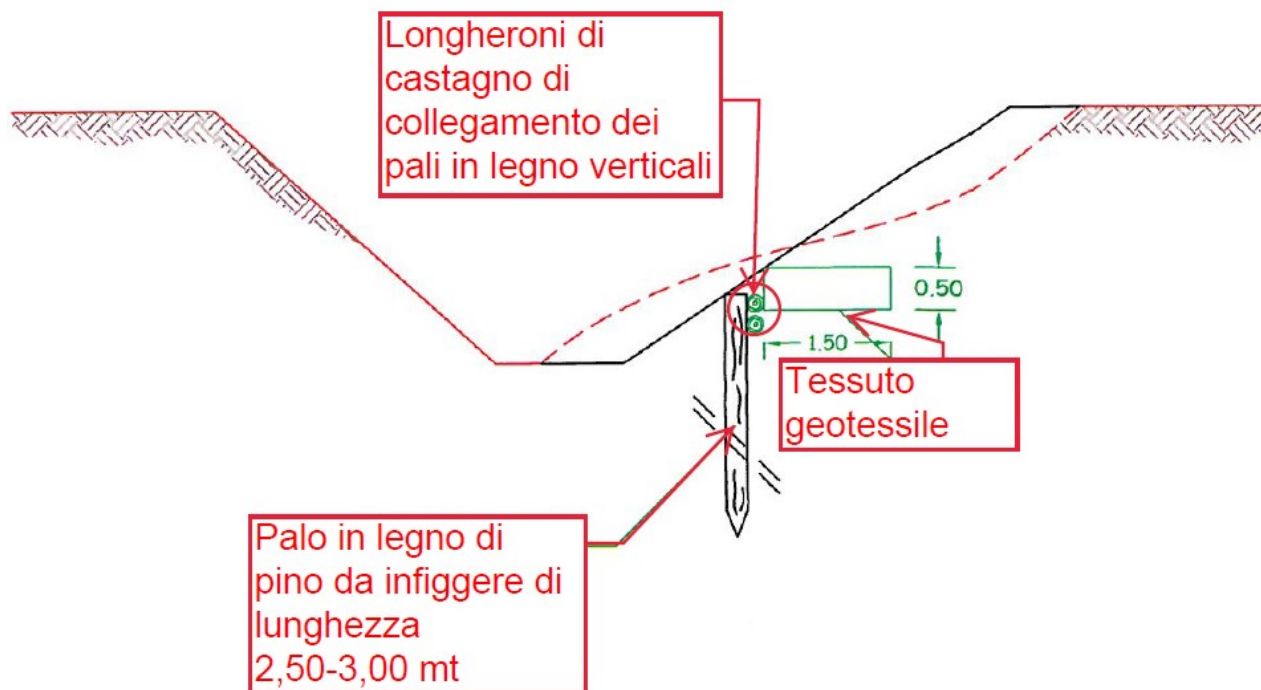
Da prevede l'installazione di corpi illuminanti a LED, Alimentazione LED, elettronico per 12-24 LED a 500 mA, Classe II, Grado di protezione vano ottico IP 66, Grado di protezione vano accessori IP 66, resistenza impatto IK>= 9, CRI > 70, Protezione alle sovratensioni 4/10 kv, LED 4000K, Corpo in alluminio pressofuso ad alta pressione, protezione in policarbonato, equipaggiato con circuito di riduzione di potenza. **Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla legge Regionale in Materia di Risparmio Energetico e Contenimento dell'Inquinamento Luminoso, nonché il D.M. 27/09/2017 recante i Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica.** In particolare i corpi illuminanti posti in opera dovranno avere un'emissione nell'emisfero superiore (cioè con  $\gamma \geq 90^\circ$ ) non superiore ad una intensità luminosa massima di 0 cd/klm. I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità alla legge Regionale in Materia di Risparmio Energetico e Contenimento dell'Inquinamento e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di uso corretto. La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, eseguita secondo le norme in vigore. Il tipo di apparecchio d'illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza. Gli apparecchi d'illuminazione saranno, come già precisato, in Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

**Art. 19**  
**RIPRISTINO DISSESTO SPONDALE CANALE DI BONIFICA**

La tecnica da utilizzare per il controllo del dissesto spondale nel caso in cui il canale scorra parallelo ad una strada, o comunque nel caso in cui le opere per il contenimento dei fenomeni di dissesto debbano sopportare un carico elevato, dovrà essere la seguente:

- Palizzata frontale verticale



Il ripristino dovrà avvenire mediante l'infissione di pali di pino da ml. 2,5-3 posti ad un interasse di 80 cm uniti da longheroni di castagno di dimensione adeguata alla funzione e protetti da tessuto geotessile che eviti il dilavamento del terreno.

## **CAPITOLO II - MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

### **Art. 20 TRACCIAMENTI**

Sarà cura e dovere dell'impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi presso la direzione tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni completare il tracciamento a mezzo di picchetti, sagome e modine, ecc. sottoponendolo alla direzione lavori per il controllo; soltanto dopo l'assenso di questa potrà darsi inizio alle opere relative. Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla direzione dei lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti. Saranno a carico dell'impresa le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

### **Art. 21 DISPONIBILITÀ DELLE AREE RELATIVE – PROROGHE**

Qualora le opere debbano venire eseguite sui fondi privati, l'Amministrazione provvederà a porre a disposizione le aree necessarie per l'esecuzione dell'opera appaltata, come specificato nel progetto allegato al contratto. Qualora per ritardi dipendenti dai procedimenti di occupazione permanente o temporanea ovvero di espropriazione, i lavori non potessero intraprendersi, l'Appaltatore avrà diritto di ottenere solo una proroga nel caso che il ritardo sia tale da non permettere l'ultimazione dei lavori nel termine fissato dal contratto, escluso qualsiasi altro compenso o indennità, qualunque possano essere le conseguenze di maggiori oneri dipendenti dal ritardo.

### **Art. 22 CONSERVAZIONE DELLA CIRCOLAZIONE - SGOMBERI E RIPRISTINI**

L'impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e, ove possibile, quella veicolare sulle strade interessate dai lavori. Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passerelle, recinzioni ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica regolamentare per l'eventuale deviazione del traffico veicolare, ed alla sua sorveglianza. In ogni caso, a cura e spese dell'impresa dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi stradali privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'interrotto esercizio dei cavi e delle condutture di qualsiasi genere interessate ai lavori. Gli scavi saranno effettuati anche a tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti. L'impresa è tenuta a mantenere, a rinterri avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e dei mezzi meccanici, provvedendo a tal fine allo sgombero di ciottoli ed alla rimessa superficiale di materiale idoneo allo scopo. Ultimate le opere, l'impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti. Dovrà inoltre – qualora necessario – provvedere ai risarcimenti degli scavi con materiali idonei, all'espropriazione del ciottolame affiorante, ed in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.

### **Art. 23 SCAVI IN GENERE**

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo. In materia si veda il d.P.R. 7 gennaio 1956. Tutti gli scavi ed i rilevati occorrenti, provvisori o definitivi, incluse la formazione di cunette, accessi, rampe e passaggi, saranno in accordo con i disegni di progetto e con le eventuali prescrizioni della Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà provvedere, di propria iniziativa ed a sue spese, all'adozione di tutte le precauzioni necessarie per evitare smottamenti o franamenti e per assicurare l'incolumità degli operai da ogni pericolo, provvedendo ad armare, puntellare e sbatacchiare con qualunque mezzo le pareti di scavo, di qualunque tipo e profondità esse siano ed ovunque ciò sia necessario od anche solo prudente. Durante l'esecuzione degli scavi sarà vietata, salvo altre prescrizioni l'uso di esplosivi e, nel caso che la natura dei lavori o le specifiche prescrizioni ne prevedessero l'uso, la Direzione dei Lavori autorizzerà con comunicazione scritta tali interventi che saranno eseguiti dall'Appaltatore sotto la sua piena responsabilità per eventuali danni a persone o cose e nella completa osservanza delle normative vigenti a riguardo. L'Appaltatore sarà tenuto a provvedere a sue spese alla rimozione delle eventuali materie frunate ed al ripristino delle sezioni prescritte.

L'Appaltatore sarà, in ogni caso, l'unico e solo responsabile per eventuali danni a persone, cose, animali o piante connessi all'esecuzione dei lavori e per tutte le conseguenze dovute a mancanza, insufficienza o poca solidità delle precauzioni adottate, a negligenza ed all'inosservanza delle vigenti disposizioni sui lavori pubblici e norme infortunistiche.

Il materiale di risulta proveniente dagli scavi resta di proprietà dell'Ente appaltante e sarà avviato nei luoghi da esso indicati (ad es. magazzini comunali, centri autorizzati di conferimento, ecc.) o trasportato a rifiuto in discariche autorizzate o, qualora si rendesse necessario il successivo riutilizzo di tutto o di parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo deposito nell'area di cantiere. E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Nei trasporti di materiali provenienti sia da scavi nella sede dei lavori che da cave di prestito, l'Appaltatore oltre ad essere tenuto ad impiegare mezzi d'opera adatti ed approvati dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla realizzazione o sistemazione delle vie di transito utilizzate dai mezzi di trasporto, comprese le eventuali opere provvisorie per il superamento di condutture, fossi e corsi d'acqua. A trasporti ultimati, l'Appaltatore dovrà infine provvedere alla rimessa in pristino delle strade e capezzagne utilizzate ed alla rimozione delle suddette opere provvisorie. Ad abbondanza si ribadisce che eventuali indennizzi per danni temporanei o permanenti che dovessero arrecarsi alle proprietà di terzi in conseguenza dei suddetti trasporti saranno a totale carico dell'Appaltatore che dovrà provvedere a liquidarli direttamente ai proprietari interessati. Le materie trasportate in rilevato od in rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi adeguati e con sufficiente mano d'opera, si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e il deflusso delle acque. Qualora fossero richieste delle prove ulteriori rispetto a quelle già eseguite per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'Appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dalla Direzione dei Lavori.

Prima di porre mano ai lavori di scavo e di riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alle opere da eseguire nonché il posizionamento dei vari manufatti oggetto dell'intervento. In corrispondenza degli ingressi delle abitazioni e degli edifici civili in genere, l'Appaltatore deve provvedere, con tavolame od altro materiale idoneo, all'esecuzione dei necessari passaggi provvisori, provvisti di parapetti, per assicurare la libera e sicura circolazione dei pedoni e l'accesso carrabile ai fabbricati.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza del presente articolo saranno a completo carico dell'Appaltatore.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

L'appaltatore deve ritenersi compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare per:

- rimozione di elementi di arredo urbano esistenti (pali di illuminazione, cestini, panchine, aiuole, cordoli, ecc.)

- demolizione di pavimentazioni, pedonali e carrabili di qualsiasi genere, d'acciottolati, di massicciate e sottofondi stradali anche armati, di murature, tombini, ecc. e dei trovanti di ogni genere, in superficie ed interrati;
- il taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc., da eseguirsi secondo le modalità descritte all'art. 5 del presente titolo (*"Titolo I – Prescrizioni tecniche per l'esecuzione di indagini, scavi e demolizioni"*);
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle macerie sia asciutte, che bagnate, in presenza d'acqua e di qualsiasi consistenza;
- paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa per ogni indennità di deposito temporaneo o definitivo;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro attorno alle murature, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni contenute nelle presenti condizioni tecniche esecutive;
- per ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

#### *Scavi in presenza di acqua di falda o meteorica*

Il fondo dello scavo dovrà essere tenuto costantemente asciutto per tutta la durata dei lavori tramite l'utilizzo di un impianto di tipo Well - point. E' a carico dell'Appaltatore il dimensionamento dell'impianto, la definizione delle caratteristiche meccaniche, delle portate e delle prevalenze sufficienti a garantire l'effettivo mantenimento dello stato richiesto per l'effettuazione dei lavori.

Sono comprese nella presente voce:

- il noleggio, il trasporto A/R e la posa in opera dell'impianto, compresi la manodopera, i mezzi, i materiali e le assistenze tecniche necessarie in tutte le fasi (montaggio, utilizzo, smontaggio);
- la guardiania, il controllo del funzionamento e la manutenzione dell'impianto in perfetta efficienza per l'intero periodo di utilizzo;
- le movimentazioni dell'impianto all'interno del cantiere;
- ogni eventuale danno alle attrezzature impiegate sia nel normale funzionamento che per cause non imputabili all'utilizzatore (fuoco, acqua, furto), nonché per cause di forza maggiore.

Sarà onere dell'appaltatore approntare, a sue spese, tutte le opere provvisorie per garantire il regolare deflusso dell'acqua di drenaggio e di superficie, comprese le acque meteoriche, in modo da evitare eventuali danni agli scavi già eseguiti od in corso di esecuzione. Tali opere, oltre a consentire un deflusso controllato delle acque sopra citate, non dovranno arrecare danni od impedimenti allo svolgimento dell'intero cantiere.

Sarà altresì a carico dell'Appaltatore ogni danno a cose o persone determinato da errori di messa in opera, dimensionamento e funzionamento dell'impianto in oggetto e di tutte le opere ad esso accessorie.

#### *Presenza di gas negli scavi*

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza; questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas.

Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempre che sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi previsti dal secondo, terzo e quarto comma del presente articolo i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori.

### **Art. 24 SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento s'intendono quelli praticati in terreni di qualsiasi natura e consistenza, al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso delle trincee o degli splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato. Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento o quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirsi opere di sostegno, scavi per incassature d'opere d'arte, scavi d'allargamento di sede stradale. S'intendono altresì come scavi di sbancamento anche quelli necessari per la formazione dei cassonetti, delle cunette dei fossi di guardia nonché tutti gli scavi a sezione tali da consentire l'accesso con rampe ai mezzi di scavo ed a quelli per il trasporto dei materiali di risulta. Secondo quanto prescritto dall'art. 12 del d.P.R. 7 gennaio 1956, nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m. 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scossoni, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco. Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo. Il volume degli scavi di *sbancamento* verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio dell'appaltatore all'atto della consegna. Ove le materie siano utilizzate per formazione di rilevati, il volume sarà misurato in riporto.

### **Art. 25 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA E RISTRETTA**

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto delle loro esecuzioni tenendo in debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei lavori pubblici con il D.M. 21 gennaio 1981 e successive modifiche ed integrazioni. Saranno spinti alla profondità indicata dalla Direzione dei Lavori, con pareti verticali che dovranno essere sbadacchiate ed armate per evitare franamenti nei cavi, restando a carico dell'Appaltatore ogni danno a cose e persone che potrà verificarsi. Qualora, in considerazione della natura del terreno, l'Appaltatore intendesse eseguire lo scavo con pareti inclinate (per difficoltà, ovvero per l'impossibilità di costruire la chiavica in presenza di armature e sbadacchiature) dovrà sempre chiedere il permesso alla Direzione dei Lavori. L'Appaltatore è obbligato ad evacuare le acque di qualunque origine esistenti od affluenti nei cavi, ove ciò sia ritenuto necessario dalla Direzione dei Lavori, ad insindacabile giudizio, per una corretta esecuzione delle opere.

## **Art. 26 RINTERRI**

I rinterri si faranno con materiale adatto, sabbioso, ghiaioso e non argilloso, derivante dagli scavi, ponendo in opera strati orizzontali successivi di circa 30–0 cm. di spessore, ben costipati con adeguate attrezzature. Nel rinterro delle condotte con pareti sottili si avrà la massima cura di rivolgere prima i tubi con sabbia, sino ad una altezza di cm 15 sopra il dorso dei tubi per non danneggiare in alcun modo la tubatura né altre opere costruite ed esistenti. I singoli strati dovranno essere abbondantemente innaffiati in modo che il rinterro risulti ben costipato, e non dia luogo a cedimenti del piano viabile successivamente costruito. Qualora ugualmente avvenga un dissesto nella pavimentazione esso dovrà venire immediatamente riparato con il perfetto ripristino del piano viabile, e ciò a tutte cure e spese dell'impresa fino a collaudo avvenuto. Qualora il cavo da ritombare fosse attraversato da tubazioni, le stesse verranno adeguatamente sostenute con paretine o pilastri di mattoni o calcestruzzi in modo da non pregiudicarne l'integrità. I relativi oneri s'intendono compensati con i prezzi di tariffa. I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili, dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi.

## **Art. 27 ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione dei Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione. È cura dell'Appaltatore verificare, preventivamente all'avvio dei lavori di demolizione, le condizioni di conservazione e di stabilità dell'opera nel suo complesso, delle singole parti della stessa, e degli eventuali edifici adiacenti all'oggetto delle lavorazioni di demolizione. È altresì indispensabile che il documento di accettazione dell'appalto e di consegna dell'immobile da parte della Stazione appaltante sia accompagnato da un programma dei lavori redatto dall'Appaltatore consultata la Direzione dei Lavori e completo dell'indicazione della tecnica di demolizione selezionata per ogni parte d'opera, dei mezzi tecnici impiegati, del personale addetto, delle protezioni collettive ed individuali predisposte, della successione delle fasi di lavorazione previste. In seguito all'accettazione scritta da parte della Direzione dei Lavori di tale documento di sintesi della programmazione dei lavori sarà autorizzato l'inizio lavori, previa conferma che l'Appaltatore provvederà all'immediata sospensione dei lavori in caso di pericolo per le persone, le cose della Stazione appaltante e di terzi. Ogni lavorazione sarà affidata a cura ed onere dell'Appaltatore a personale informato ed addestrato allo scopo e sensibilizzato ai pericoli ed ai rischi conseguenti alla lavorazione. L'Appaltatore dichiara di utilizzare esclusivamente macchine ed attrezzature conformi alle disposizioni legislative vigenti, e si incarica di far rispettare questa disposizione capitolare anche ad operatori che per suo conto o in suo nome interferiscono con le operazioni o le lavorazioni di demolizione (trasporti, apparati movimentatori a nolo, ecc.). Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla redazione di un piano di emergenza per le eventualità di pericolo immediato con l'obiettivo di proteggere gli operatori di cantiere, le cose della Stazione appaltante e di terzi, l'ambiente e i terzi non coinvolti nei lavori. In materia si fa riferimento agli articoli 71, 72, 73, 74, 75 e 76 del d.P.R. 164/56 e all'articolo 377 del d.P.R. 547/55. L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

## **Art. 28 NORME GENERALI PER IL COLLOCAMENTO IN OPERA**

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamenti, stuccature e riduzioni in pristino). L'Impresa ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, anche se forniti da altre Ditte. Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Impresa unica responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza e assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

## **Art. 29 COLLOCAMENTO DI MANUFATTI VARI, APPARECCHI E MATERIALI FORNITI DALL'AMMINISTRAZIONE APPALTANTE**

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Amministrazione appaltante sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Impresa riceverà tempestivamente. Pertanto essa dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie. Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera nei precedenti articoli del presente Capitolato, restando sempre l'Impresa responsabile della buona conservazione del materiale consegnatole, prima e dopo del suo collocamento in opera.

## **CAPITOLO III - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **Art.30 DISPOSIZIONI GENERALI**

L'Appaltatore sarà obbligato ad intervenire personalmente alle misurazioni dei lavori e provviste o di farsi rappresentare da persona a ciò delegata. L'Appaltatore sarà obbligato inoltre a prendere egli stesso l'iniziativa per invitare la direzione dei lavori a provvedere alle necessarie misurazioni, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che in progresso di lavori non si potessero più accertare.

Qualora per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, talune quantità di lavoro non potessero venire esattamente accertate, l'Appaltatore dovrà accettare le valutazioni che verranno fatte dalla direzione dei lavori, in base ad elementi noti, ed in caso di bisogno dovrà sottostare a tutte le spese che si rendessero necessarie per eseguire i ritardati accertamenti.

Per tutti i lavori e le somministrazioni appaltate a misura, le relative quantità verranno misurate con sistema geometrico e decimale, escluso ogni metodo e valutate secondo le seguenti norme:

#### *a) Movimenti di materie*

La misura dei movimenti di materie risulterà dal volume degli scavi ottenuto dal confronto fra le sezioni di consegna e le sezioni di scavo effettuato.

#### *b) Tubazioni*

Saranno valutate a metro lineare sull'asse con la detrazione dei pozzetti attraversati.

#### *c) Lavori in genere*

Saranno valutati in base a composizione di figure geometriche effettuando le detrazioni solo per superfici superiori a 1 mq e volumi superiori a mc 0,20, salvo diversa precisazione.

### **Art. 31 MOVIMENTI DI MATERIE**

#### *a) Norme generali*

I movimenti di materie per la formazione della sede stradale, per la posa delle condotte e per i getti delle fondazioni saranno calcolati con il metodo delle sezioni ragguagliate sulla base dei profili rilevati.

Per quanto riguarda la larghezza delle fosse si rimanda alle norme indicate al successivo punto b).

Ai volumi totali risultanti di scavo o di rilevato finito ed assestato, saranno applicati i relativi prezzi di elenco secondo le distinzioni di essi indicate e di seguito specificate. Gli scavi di fondazione saranno valutati a pareti verticali, con la base pari a quella delle relative murature sul piano di imposta, anche nel caso in cui sia ammesso lo scavo con pareti a scarpa.

Ove negli scavi e nei rilevati l'impresa adottasse dimensioni maggiori di quelle prescritte, i volumi eccedenti non saranno comunque conteggiati: la direzione dei lavori si riserva inoltre di accettare lo stato di fatto, ovvero di obbligare l'impresa ad eseguire a sua cura e spese tutti quei lavori in terra o murati che si rendessero necessari per assicurare la funzionalità dell'opera a proprio giudizio insindacabile.

Nel prezzo degli scavi è compreso ogni onere: per presenza di acqua nei cavi o per la relativa educazione (acqua di fognatura compresa) e per le opere provvisorie di difesa delle acque stesse; per l'esecuzione di scavi in acqua a qualsiasi profondità di materie ed anche melmose; per il carico, il trasporto, lo scarico a rifiuto del materiale eccedente ai rinterri, ovvero lo scarico in deposito provvisorio, e la ripresa e sistemazione a rinterro, del materiale di risulta che non fosse possibile disporre lungo il cavo, per disfacimento delle massicciate e l'accatastamento del materiale reimpiegabile, per la formazione, il mantenimento ed il disarmo di tutte le sbadacchiature e i puntellamenti che si rendessero necessari per la demolizione di tutti i manufatti inutili indicati dalla direzione lavori rinvenuti negli scavi, per la salvaguardia, la conservazione ed il corretto funzionamento in corso di lavori di tutte le condotte, le canalizzazioni, i cavi e gli altri manufatti utili rinvenuti negli scavi, per le soggezioni derivanti dal mantenimento della circolazione pedonale e veicolare con le conseguenti opere provvisorie, segnalazioni stradali e vigilanza relativa.

#### *b) Norme di valutazione*

La larghezza delle fosse per i manufatti in c.c.a. semplice od armato, gettati in opera o prefabbricati (pozzi di ispezione di incrocio, salti di fondo, fondazioni ecc.) sarà considerata pari alla larghezza di progetto del manufatto (massimo ingombro).

Per la posa in opera di condotte prefabbricate (tubi), la larghezza delle fosse (naturalmente qualora lo scavo non sia incluso nel prezzo) sarà computata a pareti verticali con la larghezza della sezione di scavo pari alla larghezza della sagoma esterna di progetto della condotta di cm 20 per parte.

### **Art. 32 POZZETTI**

I pozzetti di ispezione, di incrocio, o per salti gettati in opera verranno valutati a ml, come dai disegni di progetto o da disposizioni della direzione lavori.

I pozzetti sifonati saranno valutati a corpo.

Nei rispettivi prezzi di elenco s'intendono compensati gli stampi di ogni forma, le centine, i casseri e casseforme per il contenimento del calcestruzzo; le armature di legno di ogni sorta a sostegno delle centine di cassoni, i palchi provvisori di servizio e l'innalzamento dei materiali.

### **Art. 33 OPERE DIVERSE**

#### *a) Demolizioni*

I prezzi si applicano al volume effettivo delle murature da demolire e comprenderanno tutti gli oneri di sbadacchiature, puntellamenti ecc.

#### *b) Conglomerati bituminosi, strati di collegamento e di usura*

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di collegamento o per il tappeto di usura, verranno valutati secondo la quantità fornita documentata dalle bolle di trasporto.

Nei relativi prezzi il nolo dei macchinari funzionanti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione dei materiali, la mano d'opera, l'attrezzatura e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Per tutte le opere non espressamente citate e descritte nei precedenti articoli si farà riferimento alle prescrizioni di cui al relativo prezzo unitario di tariffa.

### **Art. 34 PRESTAZIONI DI MANODOPERA IN ECONOMIA**

Le prestazioni in economia diretta saranno assolutamente eccezionali e potranno verificarsi solo per lavori del tutto secondari; in ogni caso non saranno riconosciute e compensate se non corrisponderanno ad un preciso ordine ed autorizzazione preventiva della direzione lavori.

Per dette prestazioni si applicheranno i prezzi vigenti alla data della prestazione medesima e determinati sulla base dei costi rilevati periodicamente e pubblicati a cura del Genio civile della provincia in cui i lavori hanno luogo. Detti costi saranno aumentati del 15% per spese generali e del 10% per utile impresa. Alla percentuale per spese generali e utili si applicherà il rialzo od il ribasso contrattuale.



**Art. 35**  
**MATERIALI A PIÈ D'OPERA, TRASPORTI E NOLI**

I prezzi di elenco per i materiali a piè d'opera, i trasporti ed i noli si applicheranno, con l'incremento per spese generali ed utili impresa di cui all'articolo precedente e previa deduzione del ribasso contrattuale solo:

— alle forniture dei materiali che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della direzione lavori, come ad esempio somministrazioni per lavori in economia, provviste di ghiaia o pietrisco da impiegarsi nei ritombamenti in sostituzione dei materiali provenienti dagli scavi, forniture di materiali attinenti ai lavori a misura che l'Amministrazione ritenesse di approvvigionare a titolo di riserva;

— alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione d'ufficio o nel caso di rescissione coattiva o scioglimento del contratto;

— alla valutazione dei materiali per l'accreditamento del loro importo in partita provvisoria negli stati di avanzamento, ai sensi dell'art. 34 del Capitolato Generale d'Appalto;

— alla valutazione delle provviste a piè d'opera che dovessero venir rilevate dall'Amministrazione quando, per variazioni da essa introdotte, non potessero più trovare impiego nei lavori;

— alla prestazione dei mezzi di trasporto od ai noli di mezzi d'opera dati "a caldo" per l'esecuzione di lavori in economia diretta.

I detti prezzi serviranno anche per la formazione di eventuali nuovi prezzi ai quali andrà applicato il rialzo od il ribasso contrattuale.

Nei prezzi di materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare gli stessi a piè d'opera pronti per il loro impiego; in quelli dei trasporti e dei noli è compresa la retribuzione del conduttore e tutte le spese di ammortamento, manutenzione, carburante, lubrificante, tasse ecc.

## **CAPITOLO IV - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI**

### **Art. 36 OPERE PROVVISORIALI**

Le opere provvisorie, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori sono oggetto **del piano di sicurezza e coordinamento**.

### **Art. 37 NOLEGGI**

I noli devono essere espressamente richiesti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni. Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza. Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto. Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfrido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi. I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

### **Art. 38 TRASPORTI**

Il trasporto è compensato a metro cubo di materiale trasportato, oppure come nolo orario di automezzo funzionante. Se la dimensione del materiale da trasportare è inferiore alla portata utile dell'automezzo richiesto a nolo, non si prevedono riduzioni di prezzo. Nei prezzi di trasporto è compresa la fornitura dei materiali di consumo e la manodopera del conducente.

**Art. 39  
SOTTOFONDO**

Per sottofondo si intende il terreno sul quale è poggiata la sovrastruttura e che è più direttamente interessato dall'azione dei carichi esterni trasmessi dalla sovrastruttura stessa.

La sovrastruttura è costituita:

- dalla fondazione, che può essere formata da uno o più strati, l'ultimo dei quali viene denominato strato di base;
- dalla pavimentazione, costituita dallo strato di collegamento e dal manto di usura.

Il sottofondo può essere formato quindi dal terreno di scavo o di riporto; la superficie che delimita superiormente il terreno di sottofondo costituisce il piano di posa della sovrastruttura.

Prima di dar corso alla costruzione della sovrastruttura, il terreno di sottofondo dovrà essere convenientemente preparato, ove per preparazione deve intendersi l'insieme delle operazioni miranti a rendere la portanza del sottofondo stradale sufficientemente elevata, durevole, uniforme; in relazione alla natura del terreno ed alle condizioni idrologiche locali, rilevate da specifici esami preventivi, detta preparazione comporta tutte o parte delle seguenti operazioni:

- a) costipamento;
- b) drenaggio delle acque di qualunque tipo;
- c) correzione e sostituzione per una certa profondità del terreno in sito risultante non idoneo.

Al sottofondo si richiederanno, terminate dette operazioni, i seguenti requisiti:

- per strade a media ed elevata intensità di traffico, il sottofondo, per la profondità di 30 cm., dovrà risultare costipato ad una densità relativa non minore del 95% della densità AASHO Modificata;
- per strade a limitata intensità di traffico, il sottofondo dovrà essere costipato, per la stessa profondità di 30 cm, al 95% della densità AASHO Standard.

Tali requisiti valgono sia per il sottofondo in scavo che per quello in rilevato.

Per il materiale costituente il corpo del rilevato e disposto inferiormente allo strato di sottofondo, si richiede, invece, che venga costipato in modo da raggiungere un grado di costipamento pari ad almeno il 90% della densità AASHO Modificata, per strade a media ed elevata intensità di traffico e del 90% della densità AASHO Standard per strade a limitata intensità di traffico.

Tutti gli oneri per gli esami preventivi in sito ed in laboratorio, per le prove di controllo durante l'esecuzione dei lavori, per la preparazione ed il costipamento del sottofondo, sono a totale carico dell'impresa; di tali oneri si è tenuto conto nell'analisi dei prezzi relativi ai rilevati, comunque formati, ed alle categorie di lavoro costituenti la sovrastruttura.

Se per la preparazione del sottofondo, a seguito degli accertamenti compiuti dall'Impresa, la D.L. disponesse opere di drenaggio delle acque ed interventi correttivi o di parziale sostituzione del terreno in sito, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuarli ai prezzi d'elenco, senza alcun compenso particolare anche se tali opere comportassero sospensioni o soste di lavorazione prolungate.

L'Impresa sarà tenuta a disporre in cantiere di tutti i mezzi d'opera necessari per la preparazione del sottofondo e ad operare con diligenza per conseguire i requisiti richiesti dal sottofondo stesso.

In ordine ai procedimenti esecutivi, ai mezzi d'opera, alle caratteristiche dei terreni e delle terre si farà riferimento alle norme emanate al riguardo dal C.N.R. ed in particolare al fascicolo C.N.R.-UNI 10006.

**Art. 40  
SCAVI – RILEVATI -RINTERRI**

L'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sua cura e spese la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino precisamente indicate sul terreno le opere da eseguire.

L'Appaltatore dovrà altresì sistemare le modine necessarie a determinare l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati.

L'asse della strada seguirà l'andamento plano-altimetrico di progetto, fatta comunque eccezione per le variazioni che all'atto esecutivo venissero disposte dalla Direzione Lavori.

**Scavi in genere**

Nell'esecuzione di qualsiasi categoria di scavo, sia per l'apertura di sedi stradali e fossi che per l'impianto di opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e con il rispetto delle norme di cui agli artt. da 12 a 15 del D.P.R. 7.1.1956 n. 164.

Per gli scavi in sotterraneo dovranno essere rispettate anche le norme del D.P.R. 20.3.1956 n. 320.

E' rigorosamente e tassativamente vietato eseguire gli scavi con sistemi che possano provocare il franamento o lo scoscendimento delle materie da scavare.

Nell'esecuzione degli scavi dovranno essere attuate tutte le cautele atte a prevenire ed evitare scoscendimenti e frane.

L'Appaltatore sarà responsabile di ogni danno alle persone, alle cose ed alle opere in dipendenza di franamenti e scoscendimenti anche se avvenuti nonostante le precauzioni adottate, e dovrà provvedere a sua cura e spese alla rimozione e all'allontanamento dal cantiere delle materie franate, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

Tutti gli scavi dovranno essere eseguiti in conformità alle indicazioni dei disegni ed alle prescrizioni della D.L..

Le superfici dei tagli dovranno essere spianate e gli spigoli dovranno essere profilati.

Rimane a carico dell'Appaltatore il riempimento con pietre o con muratura o con terra pilonata (secondo quanto disporrà il Direttore dei Lavori) delle parti di scavo che risultassero eseguite in eccedenza agli ordini ricevuti, senza che ciò dia diritto ad alcun compenso nè per lo scavo nè per il riempimento.

Le materie provenienti dagli scavi non potranno essere impiegate per la formazione di riporti ove la D.L. non le giudicasse adatte; tali materie, e quelle che comunque non trovassero impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto ai pubblici scarichi, oppure su aree che l'Appaltatore ha obbligo di procurarsi a sua cura e spese.

Se l'area di cantiere disponibile si dimostrasse insufficiente per il temporaneo deposito delle materie da reimpiegare, l'Appaltatore dovrà procurarsi a sua cura e spese le aree maggiori occorrenti. In ogni caso le materie depositate non dovranno arrecare danno ai lavori e alle proprietà pubbliche o private, nè dovranno essere di ostacolo al libero deflusso delle acque superficiali.

Le materie depositate in contrasto con le precedenti disposizioni saranno fatte asportare dalla D.L. completamente a spese dell'Appaltatore, restando questi responsabile degli eventuali danni arrecati.

Gli oneri della rimozione delle materie da reimpiegare e del doppio trasporto restano comunque a completo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad ogni opera occorrente per la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali di qualsiasi natura e provenienza, onde evitare che si riversino nei cavi o che arrechino comunque danni agli scavi ed ai movimenti di materie in genere.

L'uso degli esplosivi nell'esecuzione degli scavi di sbancamento e di fondazione, è di norma vietato; qualora venisse consentito dalla D.L., l'Appaltatore sarà tenuto ad osservare le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore, ottenendo, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle Autorità competenti a rilasciarle. L'Appaltatore sarà obbligato ad adottare tutte le precauzioni prescritte dalla Legge o suggerite dall'esperienza e dalle particolari condizioni in cui si svolge il lavoro, così da evitare danni alle persone ed alle cose, restando l'unico responsabile per ogni danno che dovesse verificarsi anche senza sua colpa o negligenza.

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi, o quando lo scavo debba essere effettuato al di sotto dell'acqua sorgiva od in qualunque modo sia soggetto a riempirsi d'acqua, ed ogni volta che occorra, gli scavi, sia di sbancamento che di

fondazione, dovranno essere, a cura e spese dell'Impresa, solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo le persone e le cose e da impedire smottamenti di materie durante e dopo l'esecuzione degli scavi.

Qualora necessaria, la sbadacchiatura dovrà essere eseguita a cassa chiusa così da raggiungere completamente lo scopo cui è destinata e da proteggere l'opera da eseguire entro lo scavo da infiltrazioni di materie di qualsiasi genere.

Saranno pure a carico dell'Impresa tutti gli oneri per l'aggettamento delle acque anche con l'impiego di pompe di qualsiasi tipo onde mantenere gli scavi all'asciutto e poter consentire lo sviluppo delle opere a regola d'arte ed il rinterro delle murature.

Con l'espressione **scavi di sbancamento** si intende indicare quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale ed aperti lateralmente almeno per una parte.

Con l'espressione **scavi di fondazione** si intende indicare quelli che risultano al di sotto del piano di sbancamento, chiusi fra pareti verticali, qualunque sia la natura e qualità del terreno. Gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità indicata dalla D.L. all'Appaltatore all'atto della loro esecuzione in relazione alla accertata qualità e consistenza del terreno nel sottosuolo.

Le profondità indicate nei disegni di progetto sono di semplice avviso, riservandosi la Stazione appaltante piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o avanzare domande di speciali compensi.

I piani di posa delle fondazioni dovranno essere generalmente orizzontali; per opere che cadessero sopra falde inclinate saranno invece disposte a gradoni, così come disporrà la D.L..

L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e diritti o compensi per eventuali ritardi o sospensioni o di lavori che si rendessero necessari per eseguire accertamenti, saggi, trivellazioni, prove di carico, ecc. ed eventualmente per completare il progetto delle opere di fondazione, restando convenuto che tali sospensioni rientrano tra quelle previste nel secondo comma dell'art. 24 del Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici.

Con i prezzi d'elenco relativi agli scavi si intende compensato ogni onere per:

- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo, qualunque siano la profondità o l'altezza, la larghezza, la forma e la superficie, delle materie di ogni consistenza (asciutte, bagnate, o in presenza d'acqua); la spaccatura di massi, trovanti e murature o di altro materiale che si trovasse in qualunque misura negli scavi;
- l'aggettamento delle acque con qualsiasi sistema e mezzo; la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali;
- la regolarizzazione, la profilatura e l'incigliatura delle scarpate e delle pareti; lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni;
- i movimenti verticali ed orizzontali, con i mezzi che l'Appaltatore riterrà più opportuni e di sua convenienza, delle materie scavate; il carico, il trasporto e lo scatico a rifiuto, a rinterro, a rilevato, a formazione di banchine, a rivestimento di scarpate o in deposito delle materie stesse e la loro sistemazione, qualunque sia la distanza e l'altezza cui dovranno essere trasportate;
- ogni indennità di passaggio, di deposito temporaneo e permanente, le rampe per l'accesso e per l'uscita dei veicoli e dei macchinari;
- le puntellature, le sbadacchiature, e l'armatura delle pareti tagliate e la loro eventuale perdita parziale o totale;
- i provvedimenti per prevenire ed impedire scoscendimenti; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;
- l'isolamento e tutte le opere necessarie per il sostegno, la conservazione ed il rispetto delle condutture di ogni genere che dagli scavi venissero messe in luce.

Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualsiasi opera di rinterro dovranno essere impiegate, di regola, le materie provenienti dagli scavi se ritenute idonee dalla D.L.; qualora venissero a mancare in tutto o in parte le materie per la formazione dei rilevati o per i rinterri in genere, l'Appaltatore dovrà provvedere alle materie necessarie prelevandole ovunque crederà opportuno, purché le materie stesse siano riconosciute idonee dalla D.L..

Se non specificatamente previsto all'elenco prezzi, nessun compenso spetterà all'Appaltatore per la fornitura totale e parziale da cave di prestito delle materie occorrenti per la formazione dei rilevati o dei rinterri in genere.

I rilevati dovranno essere eseguiti a strati orizzontali dell'altezza massima di 30 cm. in soffice, estesi a tutta l'ampiezza dei rilevati stessi, rompendo le eventuali zolle di terra ed espurgandola da erbe, canne, radice, ecc., bagnando, e assodando e pilonando, usando una particolare diligenza nelle parti addossati alle murature.

Il suolo sul quale dovranno essere formati i rilevati dovrà essere convenientemente preparato estirpando le piante ed i cespugli, spogliandolo da erbe e radici ed effettuando il taglio d'imposta non inferiore a 20 cm..

Qualora i rilevati insistano sopra terreni a declivio trasversale superiore a 15%, dovrà essere ritagliato il terreno stesso a gradoni orizzontali con leggera contropendenza, per impedire lo scorrimento delle materie di riporto.

Nei casi in cui il rilevato fosse composto di materie ghiaiose, o sabbiose, o sabbiose-limose, le sue scarpate dovranno essere rivestite con uno strato di terra vegetale dello spessore di 75 cm.

Per la formazione dei rilevati in genere verranno fissati in elenco i prezzi relativi, a compenso di tutti gli oneri conseguenti la costruzione del rilevato stesso:

- a) per i rilevati costituiti con materiali provenienti dagli scavi o da cave di prestito aperte a cura e spese dell'Impresa (a meno che all'elenco prezzi non sia previsto uno speciale compenso), il prezzo relativo sarà a compenso dei seguenti oneri:
- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici ed il successivo tamponamento dei cavi;
  - il dissodamento e la regolarizzazione del suolo e l'eventuale formazione di gradoni;
  - il costipamento del terreno di appoggio con idonei mezzi meccanici in relazione alla natura del terreno stesso ed all'altezza del rilevato e della sovrastruttura; l'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; ne caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà lasciare asciugare all'aria previa disaggregazione. Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in Laboratorio, si dovrà provvedere a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento;
  - l'allontanamento dal cantiere di tutte le materie di risulta conseguenti le precedenti operazioni preliminari;
  - la formazione del rilevato a strati orizzontali dello spessore in soffice non superiore a cm. 30 ed il costipamento meccanico degli strati stessi con mezzi adeguati, in modo da raggiungere i gradi di costipamento previsti;
  - la regolarizzazione, la profilatura e l'incigliatura delle scarpate e l'inerbimento delle stesse con idonea seminazione;
  - ogni indennità di cava, di passaggio, di deposito permanente o temporaneo; l'apertura di strade di servizio su aree sia private che pubbliche;
  - le eventuali sospensioni o comunque gli oneri connessi all'accertamento della presenza di eventuali ordigni bellici nelle aree interessate, siano esse quelle di cava che di imposta dei rilevati stessi;
  - tutti i mezzi d'opera necessari sia per la preparazione del fondo che per la costituzione del rilevato a regola d'arte quali apripista, livellatrici, pale, autobotti, rulli gommati, rulli a punte, rulli lisci vibranti e statici, ecc..;
  - i provvedimenti per impedire e prevenire scoscendimenti; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;
  - gli assestamenti e i cedimenti del terreno d'appoggio del rilevato stesso, di qualunque entità essi siano, ed i necessari ricarichi conseguenti agli assestamenti e cedimenti medesimi; a tale riguardo è fatto obbligo all'Appaltatore, restando escluso qualsiasi ulteriore compenso, di eseguire e perfezionare i rilevati portando dapprima l'altezza di essi ad un livello alquanto maggiore di quello indicato nei profili, tenendo conto del calo prevedibile a cui le materie stesse possono andare soggette ed assegnando ai medesimi una larghezza maggiore rispetto a quella che dovranno avere a lavoro finito, ritagliandone quindi le scarpe e profilando i lembi dopo

che le materie si saranno sufficientemente rassodate ed in modo che i rilevati abbiano all'atto del collaudo dimensioni non inferiori a quelle ordinate;

- le prove in sito e gli esami di laboratorio atti ad accertare la natura e le capacità portanti del terreno d'appoggio e lo studio dei cedimenti nel tempo al fine di poter prevedere con attendibilità l'assestamento del rilevato e di poter assegnare le maggiori dimensioni di cui al punto precedente ed eventualmente di adottare tutti i provvedimenti esecutivi atti a garantire la buona riuscita dei lavori;
  - le prove in sito e di laboratorio per accertare il grado di addensamento delle materie costituenti il rilevato stesso;
  - la posa in opera di piastre con traguardi, nel numero e nella posizione che verranno fissati dalla D.L., per controllare il progredire degli eventuali cedimenti del piano d'appoggio e l'assestamento del rilevato;
  - le eventuali sospensioni o soste di lavorazione per conseguire il completo assestamento del rilevato per periodi anche prolungati ed eccedenti i limiti previsti dalle norme vigenti, senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per chiedere compensi o indennizzi di sorta;
  - saranno invece compensati a parte, con il prezzo per scavo di sbancamento, lo scoticamento del suolo fino alla profondità stabilita dalla D.L., nonché le eventuali gradonature se ordinate per un efficiente ancoraggio dei rilevati.
- b) per i rilevati costituiti con materiali ghiaiosi, sabbiosi o sabbiosi-limosi il prezzo relativo compenserà oltre a tutti gli oneri di cui al punto a) anche i seguenti:
- la fornitura del materiale delle caratteristiche previste;
  - le indennità di cava;
  - gli impianti di escavazione, il caricamento sui mezzi di trasporto, i trasporti a qualsiasi distanza su strade di qualunque natura, accessibilità e percorribilità (anche private e campestri);
  - la costruzione di vie d'accesso, di rampe, di piazzole di scambio con relativi interventi manutentori;
  - le prove di laboratorio per accertare le caratteristiche delle terre secondo la Norma UNI 10006;
  - il rivestimento del rilevato o della fondazione stradale con uno strato di terreno vegetale dello spessore di cm. 75 debitamente sistemato, costipato e profilato;
  - l'inerbimento delle scarpate con seminagione anche ripetuta. Saranno compensati a parte lo scoticamento del suolo e le eventuali gradonature, come al precedente punto a).
- c) per i rilevati costituiti come ai precedenti punti a), b) i materiali da impiegare dovranno quanto meno avere le caratteristiche delle terre di cui al gruppo. A<sub>2-4</sub> con I.P.=0 secondo la classificazione della norma UNI 10006.
- Per i rilevati da addossare a strutture murarie, in particolare a spalle di ponti e viadotti, sarà a carico dell'Impresa anche l'onere del precarico del terreno di imposta dell'opera muraria; spetterà quindi all'Impresa il compenso per il maggior rilevato da effettuarsi con le dimensioni richieste per il precarico per il terreno d'imposta delle strutture murarie.
- Nel caso, invece, in cui sia prevista in progetto la costituzione di fornic nel corpo di rilevati per rampe d'accesso a manufatti, l'Appaltatore dovrà operare nel modo seguente:
- a) costruzione dell'intero rilevato;
  - b) taglio del rilevato, ad assestamento del terreno d'appoggio completamente avvenuto per l'impostazione dei fornic;
  - c) costruzione dei fornic;
  - d) rinterro dei medesimi.

All'Appaltatore faranno carico tutti gli oneri conseguenti le varie operazioni esecutive e non gli spetterà se non la corresponsione, ai prezzi d'elenco, del costo del rilevato da valutarsi a "vuoto per pieno" cioè senza detrazione dei vani occupati dai fornic.

#### **Art. 41**

##### **FONDAZIONI**

*Vedi specifiche articolo 7*

#### **Art. 42**

##### **STRATO DI BASE**

*Vedi specifiche articolo 10*

#### **Art. 43**

##### **STRATO DI COLLEGAMENTO ( BYNDER)**

*Vedi specifiche articolo 10*

#### **Art. 44**

##### **STRATO DI USURA**

*Vedi specifiche articolo 10*

#### **Art. 45**

##### **PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

##### **Conglomerato bituminoso confezionato con bitume modificato tipo soft**

Un conglomerato bituminoso di tipo modificato Soft corrisponde come tipologia ad un materiale tradizionale, destinato a formare lo strato di usura, al quale è stato semplicemente sostituito il bitume stradale normalmente impiegato con idoneo bitume modificato.

L'utilizzo di un legante modificato consente di:

Migliorare il modulo elastico della pavimentazione, a parità di spessore e di curva granulometrica, accrescendo quindi la capacità portante.

Aumentare la vita utile della pavimentazione, in quanto si migliora il comportamento a fatica.

Adottare spessori ridotti, laddove c'è la necessità di non sopraelevare il livello stradale oltre certi limiti, garantendo comunque la giusta coesione con gli aggregati.

##### **1. Descrizione**

Conglomerato bituminoso costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (Filler), impastata a caldo in appositi impianti con legante bituminoso modificato.

##### **2. Produzione**

La produzione viene eseguita per mezzo di impianto fisso di tipo discontinuo per la produzione di conglomerati bituminosi tradizionali; questo tipo di impianto risulta particolarmente idoneo in quanto è assolutamente indispensabile il costante controllo delle temperature, dei dosaggi degli aggregati e del legante.

##### **3. Caratteristiche delle materie prime**

AGGREGATO GROSSO (frazione >4 mm.):

Costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o di natura diversa, con forma poliedrica a spigoli vivi, avente i seguenti requisiti:

#### TABELLA 1

Caratteristiche	Metodi di analisi	Valori
Quantità frantumato	-	100%
Perdita in peso Los Angeles "LA"	C.N.R. n. 34/1973	<20%
Indice di appiattimento "IA"	C.N.R. n. 95/1984	<20%
AGGREGATO FINO (frazione <4 mm.):		
Costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume, avente i seguenti requisiti:		

#### TABELLA 2

Caratteristiche	Metodi di analisi	Valori
Perdita in peso Los Angeles "LA"	C.N.R. n. 34/1973 prova-C	<25%
Equivalente in sabbia "ES"	C.N.R. n. 27/1972	>70%
FILLER:		
Proveniente dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituito da cemento, calce idrata, calce idraulica, avente i seguenti requisiti:		

#### TABELLA 3

Analisi granulometrica	C.N.R. n. 23/1971	Passante (%)
Setaccio UNI (mm)	0,42	100
Setaccio UNI (mm)	0,18	90
Setaccio UNI (mm)	0,075	80
LEGANTE BITUMINOSO:		
Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento del prodotto è di tipo B 50 – 70 modificato con polimeri elastomeri e/o plastomerici dalle seguenti caratteristiche:		

#### TABELLA 4

Caratteristiche	Metodo di analisi	Valori
Penetrazione a 25°C "PN"	C.N.R. n. 24/1971	50-70 dmm
Punto di rammollimento "P.A."	C.N.R. n. 35/1973	50-70°C
Punto di rottura max. (Fraass)	C.N.R. n. 43/1974	-12°C
Viscosità dinamica a 80°C	SN 67.1722 a (02/85)	100-200 Ns/m <sup>2</sup>
Viscosità dinamica a 160°C	SN 67.1722 a (02/85)	0,1-0,5 Ns/m <sup>2</sup>
Ritorno elastico a 25 °C	pr EN/N 143	>70%
4. Composizione del conglomerato		
La miscela di aggregati lapidei ed additivo minerale (Filler) da adottare è composta in modo da rientrare nei limiti granulometrici del fuso indicato, in relazione alla dimensione massima degli aggregati utilizzati:		
Fuso granulometrico per	ESSE T MS	Passante (%)
Crivello	15	100
Crivello	10	70-100
Crivello	5	43-67
Setaccio	2	25-45
Setaccio	0,4	12-24
Setaccio	0,18	7-15
Setaccio	0,075	6-11
Il dosaggio di legante bituminoso modificato è compreso tra il 4,5% e 6,0% sul peso degli aggregati, in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei.		
5. Caratteristiche del conglomerato		
Caratteristiche	Metodo di analisi	Valori
Stabilità Marshall	C.N.R. n. 30/1973	>1200 daN
Rigidità Marshall	C.N.R. n. 30/1973	350-500 daN/mm
Massa vol. su carote risp. Camp. Marshall	C.N.R. n. 40/1973	>98%
Percentuale dei vuoti residui	C.N.R. n. 39/1973	3% - 5%
Resistenza a trazione indiretta	C.N.R. n. 134/1991	7-11 daN/cm <sup>2</sup>

#### Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati possono essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Esse potranno essere impiegate, sia negli strati di base e di collegamento sia in quello di usura ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quelli che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avranno dato i migliori risultati e che conservino le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposti a temperature elevate e prolungate. Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

L'additivo, tipo ITERLENE IN/400, dovrà essere costituito da poliammine grasse, resistenti alla temperatura di 180°C senza perdere più del 20% delle loro proprietà.

Caratteristiche fisiche:

colore :	bruno scuro
densità 20°C:	gr/cm <sup>3</sup> 0,80 ÷ 0,90
viscosità Engler a 20°C (liquido) :	20°E
viscosità Engler a 50°C (solido):	20°E
infiammabilità a vaso aperto:	170°C
acqua:	tracce

I conglomerati bituminosi confezionati con attivanti l'adesione potranno essere sottoposti a specifica prova analitica di verifica conforme alle norme CNR n. 138 del 1992.

### **Modalità di esecuzione dei manti in conglomerato bituminoso**

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori l'impresa dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte, nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date.

Non appena ricevuta la consegna, l'Appaltatore dovrà innanzi tutto organizzare efficienti cantieri e procedere in modo che i lavori possano effettivamente e regolarmente iniziarsi e svolgersi secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

In quanto all'ordine dello svolgimento delle opere comprese nell'appalto, esso sarà stabilito all'atto esecutivo della Direzione dei Lavori in relazione alle speciali condizioni di luogo e di tempo interessanti le singole opere, tenendo conto del termine concesso per la completa ultimazione delle opere medesime.

## **Art. 46**

### **PREPARAZIONE, TRASPORTI, POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI**

#### **Preparazione**

Gli impasti dovranno essere preparati in un idoneo impianto di mescolamento a caldo, di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro ed ai previsti tempi di esecuzione, preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

L'impianto di mescolamento dovrà essere munito di idonee tramogge predosatrici, atte ad alimentare il cilindro essiccatore con le diverse pezzature di aggregati in modo continuo ed uniforme secondo le proporzioni definite dalla composizione approvata.

L'impianto dovrà inoltre assicurare:

- la perfetta essiccazione della polvere degli aggregati ed il loro riscaldamento alla temperatura d'impasto;
- la separazione della polvere dagli aggregati, che potrà essere reimpiegata nella miscela solo se approvato dalla Direzione Lavori;
- la limitazione dell'immissione di polvere e/o fumi nell'atmosfera, secondo le leggi ed i regolamenti dell'inquinamento;
- la riclassificazione degli aggregati mediante vagli vibranti o ruotanti;
- il corretto dosaggio a peso delle varie pezzature di aggregati riclassificati;
- lo stoccaggio dell'additivo minerale (Filler), la sua uniforme alimentazione ed il suo corretto dosaggio a peso;
- lo stoccaggio del bitume in quantità adeguata alla capacità di produzione dell'impianto, il suo riscaldamento alla temperatura di impasto ed il suo corretto dosaggio in proporzione al dosaggio complessivo degli aggregati;
- il mescolamento completo ed uniforme degli aggregati con il legante.

L'impianto di mescolamento dovrà essere inoltre munito di termometri collegati all'uscita del cilindro essiccatore ed alle tramogge a caldo.

La cisterna del bitume dovrà essere munita di sistema di riscaldamento, di tipo adatto ad evitare surriscaldamenti locali, nonché di termostato a termometro.

I sistemi di dosaggio, i termometri ed il succitato termostato dovranno essere verificati di frequente, in modo che sia sempre assicurato il loro corretto funzionamento.

Le temperature di impasto, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori, dovranno essere normalmente le seguenti:

#### **Bitume 80/100**

Temperatura legante bituminoso	150-160° C
Temperatura aggregati	145-155° C
Temperatura additivo (Filler)	ambiente (asciutta)

#### **Bitume 60/80**

Temperatura legante bituminoso	155-165° C
Temperatura aggregati	150-160° C
Temperatura additivo (Filler)	ambiente (asciutta)

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

#### **Trasporto**

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in clima freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

Per impedire l'adesione dell'impasto al fondo ed alle pareti del cassone, questi potranno essere umettati con olio o gasolio, avendo però cura di asportare ogni eccesso di tali materiali onde evitare l'inquinamento dell'impasto.

#### **Posa in opera degli impasti**

Si procederà ad un accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante un energico lavaggio e ventilazione ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione bituminosa, del tipo prescritto dalla Direzione Lavori a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, in ragione di circa 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

Non appena sarà avvenuta la "rottura" della emulsione farà seguito la stesa dello strato di collegamento.

A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla Direzione Lavori.

Analogamente si procederà per la posa in opera dello strato di usura, previa spalmatura, sullo strato di collegamento, di una ulteriore mano di ancoraggio identica alla precedente.

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla Direzione Lavori, in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 120°C per conglomerato confezionato con bitume 80/100 e non inferiore a 130°C in caso di impiego di bitumi 60/80.

La stesa dei conglomerati non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro e in particolare quando il piano in posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa cm. 2-3 di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5°C.

Se la temperatura dello strato di posa è compresa fra 5°C e 10°C si dovranno adottare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, degli accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (innalzamento temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

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

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno cm. 30.



### ***Rullatura degli impasti***

Il costipamento dell'impasto steso sarà effettuato con rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o con rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero dei rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso il sistema di rullatura prescelto dovrà essere tale da assicurare il prescritto addensamento in tutto lo spessore dello strato, nonché l'adeguata finitura e sagomatura della sua superficie.

L'operazione di rullatura dovrà essere iniziata alla più alta temperatura possibile dell'impasto steso, cioè il primo rullo dovrà seguire la finitrice il più dappresso possibile, evitando però ogni indebito scorrimento dell'impasto sotto le ruote del rullo.

Allo stesso scopo di comprimere l'impasto senza spostarlo, i rulli dovranno essere orientati in modo da rivolgere le ruote motrici verso la finitrice.

Inizialmente si procederà a costipare il giunto longitudinale con la striscia precedentemente stesa; si passerà quindi a rullare l'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradatamente verso il centro e tornando infine sul giunto longitudinale.

Questa operazione andrà ripetuta per ciascun rullo adoperato finché l'impasto non mostra più alcun addensamento al passaggio del rullo; per contro l'operazione dovrà essere interrotta se si manifesta una tendenza al dislocamento dell'impasto per temperatura troppo alta od alla fessurazione per temperatura troppo bassa.

Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Ogni passaggio del rullo dovrà essere sovrapposto per circa metà larghezza al passaggio precedente e le inversioni di marcia, in prossimità della finitrice, dovranno essere tutte sfalsate fra loro; gli spostamenti trasversali del rullo da un passaggio all'altro dovranno essere effettuati diagonalmente ad una sufficiente distanza dalla finitrice.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato ancora caldo.

A costipamento ultimato la "densità" (peso di volume) di ciascuno strato non dovrà essere inferiore al 98% della "densità" dei rispettivi provini Marshall di riferimento; il contenuto di vuoti residui dell'impasto in opera dovrà risultare compreso entro i limiti prescritti per ciascuno strato.

Le superfici finite dei diversi strati dovranno presentare le quote previste dal progetto ed essere esenti da ondulazioni o avvallamenti.

Non saranno ammessi scostamenti dalla quote e dalla sagoma di progetto superiori a mm. 10, mm. 7, mm. 5 rispettivamente per gli strati di base, collegamento, usura (e solo in qualche punto singolare) misurato mediante un'asta rettilinea di ml. 4,00.

Il controllo degli spessori verrà effettuato secondo quanto previsto nell'apposito articolo.

Sulla superficie finita dello strato di collegamento (nei casi previsti dal Capitolato) e del manto di usura, a distanze stabilite dalla Direzione Lavori, dovrà essere ugualmente verificata la resistenza di attrito radente (antisdruciolevolezza). Tale verifica dovrà essere effettuata mediante rilevazione della resistenza all'attrito radente con "British portable skid resistance tester" (B.U. C.N.R. 105, parte IV del 15/03/85).

Il valore ottenuto dovrà essere superiore a 0,65.

### **Art. 47**

#### **SCARIFICA DI PAVIMENTAZIONE**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà precedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla D.L. entro i limiti indicati nel relativo articolo di elenco prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

### **Art. 48**

#### **FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO**

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., e discrezione della D. L. e a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L..

Nel corso dei lavori la D. L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida in caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in difetto rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

### **Art. 49**

#### **CONTROLLO MATERIALI**

#### ***Controllo dei materiali e della pavimentazione in conglomerato bituminoso***

L'impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fare eseguire presso un laboratorio ufficiale le necessarie prove sperimentali sui campioni degli aggregati e del legante, per la relativa accettazione; dovrà inoltre precisare la formulazione degli impasti bituminosi che intende impiegare, comprovando con certificati di laboratorio la rispondenza della composizione e delle caratteristiche degli impasti rispetto alle prescrizioni di capitolato e, in particolare, i risultati dello studio di ottimizzazione di ciascun impasto effettuato variando il tipo di additivo minerale, da scegliere su proposta dell'Appaltatore e salvo approvazione della Direzione Lavori, fra quelli prescritti in capitolato, e, per ogni tipo, variando la percentuale di bitume entro i limiti di capitolato e secondo le modalità indicate nel metodo Marshall di progettazione degli impasti.

La Direzione Lavori si riserva di approvare la composizione ed i risultati della caratterizzazione esibiti, ovvero di richiedere la variazione di alcuni elementi e/o l'esecuzione di nuove prove di laboratorio.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati bituminosi in opera.

Una volta approvata la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente.

Per controllare in sede esecutiva che le norme tecniche stabilite nei precedenti articoli siano osservate e che i materiali abbiano le qualità e le caratteristiche prescritte e preventivamente accettate, la Direzione Lavori preleverà campioni dei materiali per le prove da effettuare presso Laboratori ufficialmente riconosciuti.

Gli addetti alla Direzione Lavori avranno perciò libero accesso e completa possibilità di controllo anche nei cantieri per la preparazione del conglomerato.

Non saranno ammesse variazioni occasionali maggiori di  $\pm 5$  sulla percentuale in peso di aggregato grosso,  $\pm 3$  sulla percentuale di aggregato fino e  $\pm 1$  sulla percentuale di additivo minerale (Filler), rispetto ai valori rispettivamente definiti dalla granulometria approvata.

Per il contenuto di bitume non saranno ammessi scostamenti occasionali maggiori di  $\pm 0,3$  rispetto alla percentuale in peso stabilita.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere fatto tanto sul lavoro che direttamente dai depositi di cantiere e dalla impastatrice all'atto della immissione nel mescolatore.

Quando i campioni vengono tratti dalla pavimentazione già ultimata o in corso di ultimazione, l'impresa è tenuta a provvedere a sua cura e spese alla riparazione del manto eventualmente manomesso.

Ad opera finita la pavimentazione dovrà presentarsi con una superficie ed un profilo perfettamente regolare ed uniforme.

Dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

- la superficie non dovrà risultare scivolosa; precisamente il coefficiente di attrito radente su superficie lievemente bagnata, rilevato con il carrello dell'I.S.S. non deve essere, a 50 Km/h, inferiore a 0,45;
- i tasselli prelevati in vari punti del manto non devono accusare un tenore in bitume che differisca in alcun punto da quello prescritto in più od in meno di una quantità maggiore dello 0,3%.

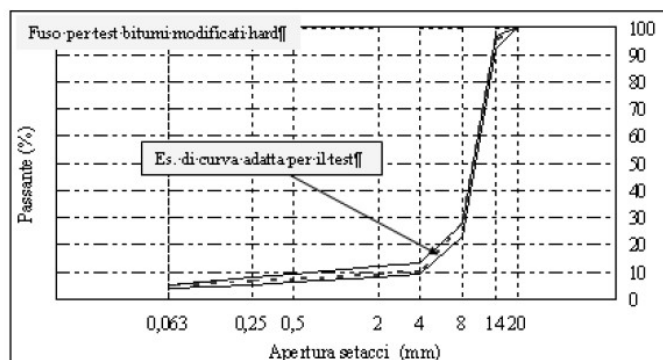
L'impresa dovrà inoltre provvedere all'esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera dei segna limiti eventualmente spostati, nonché alla raschiatura e pulizia di zanelle, cordoli, segna limiti, ecc., imbrattati durante l'esecuzione dei lavori.

## Art. 50

### VERIFICA PRESTAZIONALE DEI BITUMI HARD

In aggiunta alle caratteristiche richieste al punto 1.1, ai fini della verifica del bitume hard, si dovrà impiegare un conglomerato bituminoso drenante di riferimento standard con curva granulometrica discontinua. Il drenante di riferimento (variando le percentuali e se necessario selezionando il materiale a partire dalle classi granulometriche disponibili) dovrà essere contenuto nel fuso indicato e dovrà essere realizzato con aggregati di tipo basalto e filler, in modo da rientrare nel fuso illustrato; andrà aggiunto legante hard da verificare al 4,8% in peso sulla miscela, e null'altro; gli aggregati devono essere poliedrici ed esenti da materiali estranei.

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



Esempio di costruzione della curva di prova

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

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

## Art. 51

### MATERIALI PER FONDAZIONI STRADALI IN STABILIZZATO

#### Posa in opera

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. La compattazione dovrà essere effettuata con rullo mono tamburo vibrante di almeno 19 ton preferibilmente accoppiato ad un rullo gommato di almeno 14 ton, in alternativa si potranno usare rulli metallici vibranti di almeno 10 ton. La compattazione dovrà essere effettuata a regola d'arte e la superficie dovrà presentarsi omogenea e senza presenza di fessurazioni. Appena completato il costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m<sup>2</sup>, subito dopo il tratto dovrà rimanere non transitabile per almeno 48 ore e, dopo, transitabile limitatamente ai mezzi gommati di cantiere possibilmente scarichi. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce

affiancate non dovrà superare di norma le 2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno opportunamente protetti. I giunti di ripresa vanno sempre “tagliati” al fine di ottenere la parete verticale.

### **Verifiche**

Saranno costituite da prove di portanza tramite LFWD (Light Falling Weight Deflectometer tipo Dynatest) e dovranno avere valore min 60Mpa dopo 4 ore e 250Mpa dopo 1gg. Questi valori di portanza, misurabili direttamente dall'esecutore o dalla DL, sono solo indicativi e servono operativamente all'impresa o alla DL per valutare i risultati che si stanno conseguendo e non verranno utilizzati per la valutazione del lavoro per la quale valgono le prescrizioni di cui all'Art. 7.

## **Art. 52**

### **CONGLOMERATI BITUMINOSI**

#### **Posa in opera**

La posa in opera dovrà essere eseguita a regola d'arte, con vibrofinitrici in grado di realizzare uno strato finito perfettamente sagomato, senza ondulazioni, omogeneo, liscio, privo di sgranamenti, fessurazioni o aree di segregazione. La stesa non deve presentare aree (chiazze) di bitume o di malta bituminosa (bitume e parti fini) dovute a problemi di colaggio o segregazione nella miscela. Per garantire la continuità tra gli strati, sul piano di posa, che deve essere asciutto, va stesa sempre una mano di attacco in quantità compresa tra 0,6 e 1,2 kg/mq di bitume o emulsione ambedue preferibilmente modificati. Nel caso di risanamenti superficiali l'uso dei bitumi modificati come mano d'attacco è obbligatorio. I giunti trasversali e longitudinali devono presentarsi privi di fessurazioni o elementi litoidi frantumati, con le strisciate adiacenti perfettamente complanari. In caso di stesa di due strisciate affiancate, per evitare di avere il “giunto freddo” è preferibile, se non è possibile l'impiego di due finitrici, un spaziatura temporale ridotta al minimo. I giunti longitudinali nella sovrapposizione degli strati del pacchetto, devono essere sempre sfalsati di almeno 10cm e mai ricadenti nella zona di battuta dei pneumatici compatibilmente con la geometria della strada. La mano di attacco deve andare ad interessare (se le due strisciate sono distanti temporalmente) anche il bordo della prima strisciata. I giunti trasversali in caso di interruzione della lavorazione vanno sempre “tagliati” ed asportato il materiale di azzeramento. Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma ecc) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e /o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità. Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto in impianto a temperature tra 145 °C e 180 °C; deve essere steso a temperatura  $\geq 135$  °C (misurata dietro finitrice). La compattazione deve avvenire mediante rulli metallici con peso compreso tra 8 e 14 ton a seconda dello strato e dello spessore. Il rullo deve seguire da vicino la finitrice e condurre la compattazione a termine in continuo, senza interruzioni. Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature. Il trasporto impianto-cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali. Al termine dello scarico del materiale nella finitrice i mezzi di trasporto del conglomerato non devono effettuare la pulizia del mezzo scaricando nel cavo i residui rimasti su di esso.

## **Art. 53**

### **MICROTAPPETO DI USURA**

#### **Posa in opera**

La posa in opera dovrà essere eseguita a regola d'arte, con vibrofinitrici in grado di realizzare uno strato finito perfettamente sagomato, senza ondulazioni, omogeneo, liscio, privo di sgranamenti, fessurazioni o aree di segregazione. La stesa non deve presentare aree (chiazze) di bitume o di malta bituminosa (bitume e parti fini) dovute a problemi di colaggio o segregazione nella miscela. Per garantire la continuità tra gli strati, sul piano di posa, che deve essere asciutto, va stesa sempre una mano di attacco in quantità compresa tra 0,6 e 1,2 kg/mq di bitume o emulsione ambedue preferibilmente modificati. I giunti trasversali e longitudinali devono presentarsi privi di fessurazioni o elementi litoidi frantumati, con le strisciate adiacenti perfettamente complanari. In caso di stesa di due strisciate affiancate, per evitare di avere il “giunto freddo” è preferibile, se non è possibile l'impiego di due finitrici, un spaziatura temporale ridotta al minimo. La mano di attacco deve andare ad interessare (se le due strisciate sono distanti temporalmente) anche il bordo della prima strisciata. Il conglomerato bituminoso deve essere prodotto in impianto a temperature tra 145 °C e 180 °C; deve essere steso a temperatura  $\geq 140$  °C (misurata dietro finitrice). La compattazione deve avvenire mediante rulli metallici con peso compreso tra 6 e 10 t. Il rullo deve seguire da vicino la finitrice e condurre la compattazione a termine in continuo, senza interruzioni. Vanno immediatamente rimosse e rifatte zone che presentino anomalie di stesa, segregazioni, sgranature. Il trasporto impianto-cantiere di stesa deve avvenire con mezzi idonei che evitino la formazione di crostoni o eccessivi raffreddamenti superficiali.

## **Art. 54**

### **CONTROLLI PRESTAZIONALI**

Le imprese aggiudicatarie dovranno presentare al Committente le prove di laboratorio preparate a loro cura e spese, per la definizione delle miscele da porre in opera, con *mix design*, impegnativo per l'impresa, in conformità alle presenti Norme Tecniche; la presa visione delle medesime da parte della DL, che eventualmente effettuerà controlli presso Laboratori Specializzati di fiducia, non solleverà comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

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

#### **Studi preliminari per le miscele (mix design)**

Miscele soggette alla presentazione dello studio di progetto:

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

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

Gli studi dovranno contenere:

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

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi devono essere verificate mediante l'impiego della apparecchiatura "Pressa Giratoria". Qualora venga decisa dal Committente la ripetizione di alcune prove, specificamente per le modifiche dei bitumi (che sono considerate prestazionali vedi art. 1.8) o anche di altro tipo, esso richiederà alle Imprese di far pervenire ai Laboratori abilitati (sempre con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori), oltre agli studi di progetto sopra descritti, anche i materiali per la verifica di idoneità, in particolare:

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

Il solo invio dei materiali per le prove d'idoneità è a carico dell'Impresa.

#### Controlli dell'impresa durante l'esecuzione dei lavori previsti in Capitolato

Durante l'esecuzione dei lavori il controllo basato sulle presenti Norme Tecniche andrà esercitato in modo continuo dai laboratori dell'Impresa che a questo fine dovrà disporre di attrezzature e personale dedicato; la DL si riserva la facoltà di verificare la sufficienza di dette prove qualora le ritenga non adeguate per i controlli di produzione. Il Committente potrà comunque effettuare controlli tramite i suoi laboratori ai fini del rilievo del modus operandi delle Imprese in corso d'opera ed ai fini della verifica di congruità tra il progetto e il lavoro in esecuzione. In tale ambito potrà richiedere documentazione (schede tecniche, bolle di accompagnamento ecc) atte a facilitare la verifica di idoneità delle lavorazioni in oggetto. Tutti i prelievi dei materiali devono essere effettuati in contraddittorio con l'Impresa. In caso di lavorazioni di particolare rilevanza e complessità come i riciclaggi in sito considerando anche la possibile variabilità del materiale da stabilizzare per cui potrebbe essere insufficiente l'effettuazione di un solo studio (mix design) su un solo prelievo per ottimizzare la lavorazione, va prevista l'effettuazione di una serie di verifiche in corso d'opera.

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

#### Attività di collaudo

Ai fini dell'attività di collaudo tutte le prove disposte, ai fini della verifica del rispetto delle presenti NT (Art.53), saranno a cura e spese dell'impresa.

#### Controllo della Portanza

I valori di PORTANZA costituiscono il **dato prestazionale strutturale**. La misura della portanza si ottiene valutando il bacino di deflessione dinamico effettivo della pavimentazione dovuto all'applicazione di un carico dinamico imposto da una macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer - FWD) e/o una macchina mobile con asse di misura da 12 t. La macchina FWD da usare deve essere dotata di 9 misuratori di abbassamento (deflessione) montati in linea ad una distanza prefissata dalla piastra di carico (le distanze dal centro piastra in mm sono: 0, 200, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800); le misure saranno effettuate di norma su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potrà anche essere effettuata nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento. L'attrezzatura mobile per il rilievo in velocità dovrà fornire valori di bacino (abbassamenti) almeno in corrispondenza dell'asse ruota ed a 200, 300 e 1800 mm dall'asse. Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti profondi o per le nuove pavimentazioni, è quello denominato Indice Strutturale 300 (IS300) ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD ed a 300 mm da detto centro, mentre i valori, comunque da registrare, degli altri abbassamenti potranno essere usati solo a fini di studio e non per le valutazioni contrattuali nel modo qui di seguito descritto. Il valore indicativo del bacino, da usare come dato di riferimento per i risanamenti superficiali, è quello denominato Indice Strutturale 200 (IS200) ottenuto come differenza tra la deflessione massima registrata al centro della piastra del FWD ed a 200 mm da detto centro con le modalità di seguito specificate. Le valutazioni si faranno di norma sulle pavimentazioni finite, ed è su questi valori che si opererà per le verifiche in termini contrattuali; altre misure, effettuate in corso d'opera sugli strati più bassi e/o intermedi, potranno essere usati dalla DL per dare indicazioni all'impresa esecutrice, che comunque sarà valutata sul risultato finale. Le misure con FWD saranno effettuate con gli strumenti del CSS o anche da "terzi", purché operanti con le specifiche ed attrezzature verificate preventivamente dal CSS5; esse avranno una cadenza minima di una valutazione ogni 20 o ogni 50 metri, in funzione dell'effettiva estensione dell'intervento, oppure su distanze minori indicate dalla DL. Per ogni stazione di misura si dovranno eseguire 3 ripetizioni di carico imponendo una assegnato sforzo pari a 1700 kPa, il bacino di riferimento è il bacino registrato nella terza ripetizione. Le misure si estenderanno a tutto il tratto dell'intervento. Con le nuove apparecchiature a misura dinamica RWD tipo Traffic Speed Deflectometer il rilevamento del parametro strutturale avverrà in continuo ed ad alta velocità. Per ogni tipologia di intervento, indicato nelle linee guida, sono state valutate le caratteristiche di portanza, e quindi i bacini di deflessione, che si ottengono sollecitando con un assegnato sforzo (1700 kPa) i materiali previsti; Tali calcoli hanno permesso di determinare i limiti ammissibili per l'Indice Strutturale IS300 in funzione delle condizioni di prova e sono riportati nei grafici seguenti. Le condizioni di prova sono valutate attraverso la temperatura effettiva dell'aria al momento della prova. Le prove vanno di norma eseguite ad una determinata temperatura di riferimento dell'aria (14°), ma saranno considerate comunque valide se contenute negli intervalli di temperatura rappresentati in figura (tra 10 e 20°C come temperatura dell'aria), oltre tali intervalli i dati saranno comunque registrati, ma non costituiranno condizioni vincolanti ai fini dell'accettazione.

#### Controllo di aderenza e tessitura

I valori di ADERENZA e TESSITURA costituiscono il **dato prestazionale superficiale** insieme con la successiva REGOLARITÀ. Il Coefficiente di Aderenza Trasversale CAT verrà misurato con l'apparecchiatura SCRIM, SUMMS o ERMES secondo la Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 nella quale la relazione tra il valore CAT qui prescritto, denominato CATANAS, e quello definito dalla norma CNR, denominato CATCNR, è: CATANAS = CATCNR x 100. La tessitura geometrica HS intesa come macrotessitura superficiale, verrà misurata in termini di MPD mediante SCRIM, SUMMS o ERMES; il valore di HS da confrontare con i limiti riportati in tabella risulterà

$$HS = 0,2 + 0,8 \cdot MPD$$

Gli indicatori CAT e HS dovranno quindi essere superiore o uguale ai seguenti valori:

#### Soglie di penalizzazione:

MATERIALE	CAT	HS
Conglomerati bituminosi tipo usura (US)	58	0,4
Conglomerati bituminosi tipo binder (aperture temporanee) (BI)	50	0,3
Conglomerati bituminosi (US) con argilla espansa	62	0,4
Conglomerati bituminosi drenanti (DR)	53	1,0
Conglomerati bituminosi drenante con argilla (DAE)	56	0,8
Microtappeti a freddo (Macroseal - MTF) - spessore 6 mm	62	0,5
Tappeto di usura (microtappeti)	55	0,3
Irradiazione meccanica (pallinatura)	≥5 (*)	

(\*) rispetto a CAT preesistente

#### Controllo di regolarità

I valori di REGOLARITÀ costituiscono il **dato prestazionale superficiale** insieme alla ADERENZA e TESSITURA. 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 o uguale a 1,8 mm/m** nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, **inferiore o uguale a 2,0 mm/m** nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata. Queste prescrizioni valgono per interventi RP ed RS, invece qualora si intervenga esclusivamente sugli strati superficiali con:

- Conglomerati Bituminosi tipo Usure (US) e Binder (BI) in caso di anticipata apertura al traffico
- Trattamenti Superficiali (TS) in genere il valore ottenuto dopo l'intervento non dovrà essere peggiore di quello presente prima di esso; in caso di carenza di misura preventiva, il valore di IRI dovrà essere inferiore o

uguale a 2,5 mm/m7. Le misure di profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia, dovranno essere eseguite in un periodo compreso tra la stesa ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN o ERMES e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m.

#### **Controllo degli spessori degli strati legati**

La misura dello spessore per gli strati bituminosi potrà essere effettuata oltre che con carote, anche con sistemi ad Alto Rendimento con apparecchi dotati di Radar Penetrometrico (GPR) opportunamente tarato con carote di controllo. Le antenne da usare saranno di almeno 1 Ghz ed il sistema di acquisizione dovrà garantire una risoluzione nella misura dello spessore dell'ordine di un centimetro; mentre il passo di campionamento spaziale dovrà essere di almeno 50 cm. Le misure saranno effettuate di norma almeno su un allineamento disposto centralmente rispetto alla larghezza dell'intervento, o, in caso di dubbi sulla buona riuscita ai bordi, potrà anche essere effettuate nella parte laterale ad almeno 50 cm dal bordo, comunque, i risultati ottenuti varranno per l'accettazione di tutta la larghezza di intervento. I valori degli spessori saranno dedotti dall'esame dei *radargrammi* ricavati con la suddetta apparecchiatura. L'esame potrà essere effettuato visivamente oppure tramite software dedicato; prima dell'esame dovrà essere operata una taratura delle misure usando carotaggi di controllo (indicativamente non meno di 3 carote/km per corsia) o in alternativa valutazioni di spessore attraverso l'uso di boroscopi o video endoscopi su fori eseguiti sulla pavimentazione con la stessa cadenza dei carotaggi.

In mancanza di misura con radar penetrometrico, la valutazione di spessore verrà effettuata con le carote, nelle quali si potrà individuare anche lo spessore medio dei singoli strati da confrontare con i dati di progetto.

Valgono le seguenti tolleranze:

- strato di usura 5%
- strato di binder 7%
- strati di base e basebinder 10%

#### **Applicazioni Normative Europee, marcatura CE dei conglomerati bituminosi**

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

I requisiti **obbligatori** richiesti sono:

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

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

**Art. 55**  
**PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO I.IDRO DRAIN**

I.idro DRAIN è un calcestruzzo drenante per il rifacimento della pavimentazione di alcuni marciapiedi.

### Specifiche di prodotto

Diametro max aggregato	da 6 a 11 mm
Resistenza a compressione 28 gg (UNI EN 12390-3)	≥ 10 Mpa
Massa volumica fresco	> 1650 Kg/mc
Percentuale vuoti	> 15% <25%
Capacità di drenaggio (UNI 12697-40)	2,69* 10-2 m/s > 1000 mm/min Vers. Extra Large 5,78* 10-3 m/s > 300 mm/min Vers. Large
Area libera superficiale (drenante)	25 %
Resistenza a flessione	> 1 Mpa
Resa del materiale	18 Kg/mq spessore 1cm **

Aspetto del prodotto	Sacco in plastica da 25 Kg
Colore	Bianco e grigio

Capacità drenante	Classe di riferimento	Materiali di riferimento
Altissima	> 1000 mm/min	ghiaie pulite e sciolte asfalti drenanti
Alta	> 200 mm/min	ghiaie fini, miste a sabbia
Bassa	> 50 mm/min	sabbie
Bassissima	< 10 mm/min	Limi e limi argillosi asfalti

\* in base alla tipologia e al livello di costipazione raggiunto

\*\* valore riferito ad un livello medio di costipazione

### Caratteristiche del prodotto

Conglomerato cementizio a base di leganti idraulici cementizi, graniglie di granulometria tra 3 e 11 mm opportunamente selezionate e additivi sintetici, avente resistenza a compressione > 10 MPa, fornito in sacchi pre-dosati da 25 kg, da impastare con sola acqua e applicare mediante l'utilizzo di idonei mezzi meccanici oppure a mano. Il conglomerato deve avere caratteristiche drenanti e traspiranti (fino a 1000 mm/min) e deve essere steso nell'idoneo spessore e correttamente compattato tenendo conto del tipo di sub-strato. Al fine di mantenerne le proprietà drenanti, al prodotto non devono essere aggiunte, né allo stato fresco né allo stato indurito, sabbie o polveri che possano occludere i vuoti presenti.

### Specifiche per la posa in opera

La posa in opera dovrà avvenire attraverso la stesa del prodotto in consistenza terra umida in modo manuale o mediante mezzi meccanici, tipo vibro finitrice stradale o macchine miscelatrici/trasportatrici per massetto; successiva staggiatura manuale o meccanica, fino al completo livellamento della superficie.

Per la buona riuscita della pavimentazione particolare attenzione deve posta alla compattazione del prodotto che può essere effettuata con piastra vibrante o con rullo manuale o meccanico superiore a 80 kg di peso da maestranze esperte.

Al termine della posa, la pavimentazione deve essere adeguatamente coperta per almeno 12 ore con teli in pvc o geotessile in grado di trattenere l'umidità necessaria per la corretta manutenzione del conglomerato.

La posa dovrà avvenire per strati non superiore a 5 cm con taglio e pulizia a ripresa del nuovo strato.

La pavimentazione posata è calpestabile dopo 12 ore e carrabile dopo 24/48 ore in funzione della temperatura dell'ambiente.

### Specifiche per la pigmentazione

Il prodotto può essere pigmentato in cantiere: aggiungere alla miscela base predosata una quantità di pigmento compresa tra 240 e 800 gr per 100 kg di prodotto in funzione della colorazione voluta.

### Preparazione e utilizzo

La superficie di applicazione deve essere complanare, uniforme, pulita, senza grasso o sale, elementi che possono impedire a i.idro DRAIN di aderire perfettamente al substrato.

Per una completa omogeneizzazione, si prescrive di preparare l'impasto miscelando i.idro DRAIN, con una betoniera da cantiere o altra attrezzatura simile, insieme con acqua pulita, circa 1,3-1,5 litri per sacco da 25 kg, fino all'ottenimento di un impasto omogeneo privo di grumi e di consistenza "terra umida".

Applicare quindi il prodotto sul supporto avendo l'accortezza di livellarlo con una staggia e costipando adeguatamente.

Una volta preparato l'impasto, questo dovrà essere applicato entro ½ h (tempo riferito a temperature ambiente di circa 20 °c).



**Tabella normative/metodi di prova**

<b>Prova</b>	<b>Normativa di riferimento</b>	<b>Titolo Normativa</b>
Palla e Anello	UNI EN 1427:2002	Bitumi e leganti bituminosi- Determinazione del punto di Rammollimento – Metodo biglia e anello
Penetrazione	UNI EN 1426:2002	Bitumi e leganti bituminosi- Determinazione della penetrazione con ago
Ritorno elastico	UNI EN 13398:2004	Bitumi e leganti bituminosi- Determinazione del ritorno elastico di un bitume modificato
Punto di rottura Fraas	UNI EN 12593:2001	Bitumi e leganti bituminosi- Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraas
Stabilità allo stoccaggio	UNI EN 13399:2004	Bitumi e leganti bituminosi- Determinazione della stabilità allo stoccaggio di un bitume modificato
Viscosità dinamica	UNI EN 13302:2004	Bitumi e leganti bituminosi- Determinazione della viscosità di un bitume utilizzando un viscosimetro rotante
Invecchiamento del bitume	UNI EN 12607:1 2002	Bitumi e leganti bituminosi- Determinazione della resistenza all' indurimento per effetto del calore e dell' aria – Metodo RTFOT
Aggregati	UNI EN 13043:2004	Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.
Aggregati	UNI EN 13055-1:2003	Aggregati leggeri- Parte1- Aggregati leggeri calcestruzzo malta e malta per iniezione
Aggregati	UNI EN 13055-2:2005	Aggregati leggeri- Parte2- Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati
Analisi granulometrica	UNI EN 933-1:1999	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura
Dimensioni stacci	UNI EN 933-2:1997	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati –Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3:2004	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati- Determinazione della forma dei granuli –Indice di appiattimento
Indice di forma	UNI EN 933-4:2001	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati- Determinazione della forma dei granuli- Indice di forma
Aggregati	UNI EN 1097-8:2001	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Determinazione del valore di levigabilità



Aggregati	UNI EN 1097-2:1999	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Metodi per determinare la resistenza alla frammentazione
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8:2000	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati- Valutazione dei fini- Prova dell'equivalente in sabbia
Massa volumica	UNI EN 1936:2001	Metodi di prova per pietre naturali- Determinazione delle masse volumiche reale e apparente e della porosità totale e aperta
Analisi granulometrica	UNI EN 12697-2:2003	Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 2- Determinazione della granulometria
Percentuale dei vuoti	UNI EN 12697-8:2003	Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 8- Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di provini bituminosi
Prova Brasiliana	UNI EN 12697-23:2006	Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 23 – Determinazione della resistenza a trazione indiretta di provini bituminosi
Resistenza alla fatica	UNI EN 12697-24:2005	Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 24 – Resistenza alla fatica
Pressa giratoria	UNI EN 12697-31:2004	Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo – Parte 31- Preparazione del provino con pressa giratoria
Contenuto di bitume	UNI EN 12697-39:2004	Miscele bituminose – Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo - Parte 39 – Contenuto di legante mediante ignizione
Drenabilità in sito	Metodo prova interna	Metodo prova interna mediante permeabilmetro a colonna
Conglomerato bituminoso a caldo	UNI EN 13108-1:2006	Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 1 – Conglomerato bituminoso prodotto a caldo
Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti	UNI EN 13108-7:2006	Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 7 – Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti
Conglomerato bituminoso di recupero	UNI EN 13108-8:2006	Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte 8 – Conglomerato bituminoso di recupero
Trattamenti superficiali	UNI EN 12271-1:2007	Trattamenti superficiali di irruvidimento - Requisiti

Caratteristiche superficiali	UNI EN 13036-4:2002	Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali – Metodi di prova – Metodo per la misura della resistenza allo slittamento/derapaggio di una superficie – Metodo del pendolo
Geotessili	UNI EN 13249:2005	Geotessili e prodotti affini – Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)
Terre	CNR UNI n° 10014	Determinazione dei limiti di Atterberg
Terre	CNR BU n° 29	Norme sui misti cementati
Terre	CNR BU n° 22	Densità in sito con volumometro a sabbia
Misura dell'altezza in sabbia - metodo MPD	ISO 13473-1 o ASTM E 1845-01	Standard practice for calculating pavement macrotexture MEAN PROFILE DEPTH
Misura del Coefficiente di Aderenza Trasversale	CNR B.U. n° 147 del 14.12.92	Norme per la misura delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni