

CITTA' DI  
VENEZIA



**DIREZIONE LAVORI PUBBLICI**  
**SETTORE VIABILITÀ MOBILITÀ TERRAFERMA MUSEI**  
**servizio manutenzione viabilità terraferma**

Polo tecnico "ex Carbonifera" – viale Ancona 63 – 30172 Mestre (VE)

**ACCORDO QUADRO AI SENSI ART. 54 D.LGS. 18/04/2016**  
**N°50 INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE E MESSA IN**  
**SICUREZZA VIABILITÀ TERRAFERMA (C.I. 14019)**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**I.3**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**  
Prescrizioni tecniche viabilità

Mestre (Ve), giugno 2018

Il Progettista  
*dott. Alberto Cesaro*  
*f.to digitalmente*

Il Responsabile Unico del Procedimento  
*geom. Fabio Pascon*  
*f.to digitalmente*

## INDICE

### NORME TECNICHE D'APPALTO PER L'ESECUZIONE DI LAVORI ASFALTAURA DI ORDINARIA MANUTENZIONE E PER LA COSTRUZIONE DELLE OPERE

INDICE.....	I - III
UNITA' DI MISURA.....	IV
GLOSSARIO.....	V
I.3            1	
<b>PARTE I.....</b>	<b>11</b>
QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	11
Articolo 1 - CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO.....	11
Articolo 2 - CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI.....	11
Articolo 3 - RISPONDENZA ALLE NORME C.E.I.....	12
<b>PARTE II.....</b>	<b>12</b>
NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	12
Articolo 4 - NORME GENERALI.....	12
Articolo 5 - LAVORI IN ECONOMIA.....	12
<b>PARTE III.....</b>	<b>13</b>
NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	13
Articolo 6 - DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI.....	13
6.1. - DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE.....	13
6.2. - DEMOLIZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI DI FONDAZIONE.....	13
Articolo 7 - FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO O NON LEGATE.....	14
7.1. - FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE .....	14
7.1.1. - DESCRIZIONE.....	14
7.1.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	14
7.1.2.1. - Inerti.....	14
7.1.2.2. - Legante.....	14
7.1.2.3. - Acqua.....	14
7.1.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	14
7.1.4. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE.....	15
7.1.5. - POSA IN OPERA.....	15
7.1.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE.....	16
7.1.7. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI.....	16

7.2. - FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO, LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO.....	18
7.2.1. - DESCRIZIONE.....	18
7.2.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	18
7.2.2.1. - Inerti.....	18
7.2.2.2. - Legante.....	18
7.2.2.3 - Acqua.....	19
7.2.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	19
7.2.4. - MODALITÀ ESECUTIVE.....	19
7.2.5. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI.....	20
7.2.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE.....	20
7.3. - MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE.....	20
7.3.1. - DESCRIZIONE.....	20
7.3.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	20
7.3.3 - STUDIO PRELIMINARE.....	20
7.3.4. - MODALITÀ ESECUTIVE.....	21
Articolo 8 - LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICANTI.....	21
8.1. - LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI.....	21
8.1.1. - BITUMI DI BASE.....	22
8.1.2. - BITUMI MODIFICATI.....	22
8.2. - NORMATIVE PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LEGANTI BITUMINOSI DI CUI AI PUNTI PRECEDENTI.....	25
Articolo 9 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO.....	25
9.1. - CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BINDER, USURA.....	25
9.1.1. - DESCRIZIONE.....	25
9.1.2. - BITUME.....	25
9.1.3. - MATERIALI INERTI.....	25
9.1.4. - AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 5 A 20 mm).....	26
9.1.4.1. - Strato di base.....	26
9.1.4.2. - Strato di collegamento (binder).....	26
9.1.4.3. - Strato di usura.....	26
9.1.5. - AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 5 mm).....	26
9.1.6. - ADDITIVI.....	26
9.1.7. - MISCELE.....	26
9.1.7.1. - Base.....	27
9.1.7.2. - Binder.....	27
9.1.7.3. - Usura.....	27
9.1.8. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	27
9.1.8.1. - strato di base.....	27
9.1.8.2. - strato di collegamento.....	28
9.1.8.4. - Controllo dei requisiti di accettazione.....	28
9.1.8.5. - Formazione e confezione delle miscele.....	29
9.1.8.6. - Posa in opera.....	29
9.2. - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE, COLLEGAMENTO ED USURA CON BITUME POLIMERIZZATO.....	31

9.2.1. - DESCRIZIONE.....	31
9.2.2. - BITUME.....	31
9.2.3. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	31
9.2.3.1. - Controllo requisiti di accettazione.....	31
9.2.3.2. - Posa in opera delle miscele.....	32
9.3. - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE, E BINDER AD ALTO MODULO COMPLESSO.....	32
9.3.1 - Descrizione.....	32
9.3.2. - BITUME.....	32
9.3.3 - AGGREGATI.....	32
9.3.4 - MISCELA.....	32
9.3.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	32
9.3.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione.....	32
9.3.5.2. - Confezione delle miscele.....	33
9.3.5.3 - Posa in opera delle miscele.....	33
9.4. - CONGLOMERATO BITUMINOSO MULTIFUNZIONALE PER STRATI DI USURA.....	33
9.4.1. - Descrizione.....	33
9.4.2. - BITUME.....	33
9.4.3 - AGGREGATI.....	33
9.4.4 - MISCELA.....	33
9.4.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	33
9.4.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione.....	33
9.4.5.2. - Confezione delle miscele.....	33
9.4.5.3 - Posa in opera delle miscele.....	34
9.5. - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA SEMIDRENANTE E DRENANTE.....	34
9.5.1. - AGGREGATI.....	34
9.5.2. - MISCELA.....	34
9.5.3. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	35
9.5.3.1. - Confezione delle miscele.....	35
9.5.3.2. - Posa in opera delle miscele.....	35
9.6. - CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "DOUBLE DRAINING LAYER" (DDL) AD ALTA CAPACITA' DRENANTE E FONOASSORBENTE.....	35
9.6.1 - DESCRIZIONE.....	35
9.6.2. - BITUME.....	36
9.5.3 - AGGREGATI.....	36
9.5.4 - MISCELE.....	36
9.5.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	37
9.5.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione.....	37
9.5.5.2. - Confezione delle miscele.....	37
9.5.5.3 - Posa in opera delle miscele.....	37
Articolo 10 - CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO.....	37
10.1. - DESCRIZIONE.....	37
10.1.1. - MATERIALI INERTI.....	37
10.1.2. - LEGANTE.....	37

10.1.3. - MISCELA.....	37
10.1.4. - CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	38
10.1.5. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE.....	38
10.1.6. - POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	38
Articolo 11 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	39
11.1. - TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI SBS RADIALI.....	39
11.1.1. - DESCRIZIONE.....	39
11.1.2. - MATERIALI INERTI.....	39
11.1.3. - LEGANTE.....	39
11.1.4. - CARATTERISTICHE DELL'ADESIONE LEGANTE-INERTE.....	39
11.1.5. - FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	39
11.1.6. - POSA IN OPERA.....	39
11.3.- RISAGOMATURA DELLE ORMAIE MEDIANTE IMPIEGO DI MICROTAPPETI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO.....	41
11.4. - TRATTAMENTI DI IRRUVIDIMENTO CON SISTEMI MECCANICI.....	42
11.4.1. - IRRUVIDIMENTO PER MIGLIORARE L'ADERENZA.....	42
11.4.2. - IRRUVIDIMENTO PER VARIARE LA RUMOROSITÀ'.....	42
11.5. - MICROTAPPETI A FREDDO TIPO "SLURRY - SEAL" (MACRO-SEAL).....	42
11.5.1. - DESCRIZIONE.....	42
11.5.2. - INERTI.....	42
11.5.3. - ADDITIVI.....	42
11.5.4. - MISCELE.....	43
11.5.5. - MALTA BITUMINOSA.....	43
11.5.6. - COMPOSIZIONE E DOSAGGI DELLA MISCELA.....	43
11.5.7.- ACQUA.....	43
11.5.8. - CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA.....	43
11.6. - MODALITA' ESECUTIVE.....	44
Articolo 12 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A FREDDO.....	44
12.1. - DESCRIZIONE.....	44
12.2. - MATRICE DI CONGLOMERATO BITUMINOSO A FREDDO MODIFICATO.....	45
12.2.1. - AGGREGATI.....	45
12.2.2. - LEGANTE.....	45
12.2.3. - FILLER DI ATTIVAZIONE.....	45
12.4. - MISCELE.....	46
12.5. - POSA IN OPERA DELLE MISCELE.....	46
Articolo 13 - CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI.....	46
13.1. ADERENZA.....	46
13.1.1. - PENALITÀ.....	47
13.2. - REGOLARITÀ.....	48
13.2.1. - PENALITÀ.....	48

13.3. - NORMA PER LA VALUTAZIONE DELLO SPESSORE DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE.....	48
13.3.1. - PENALITÀ.....	49
Articolo 14 – DRENAGGI.....	49
14.1. - DRENAGGI TRADIZIONALI (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE - USO INDICATIVO) .....	49
14.2. - DRENAGGI CON FILTRO IN "NON TESSUTO" (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE O EFFETTUATI PRIMA DI STENDERE LE PAVIMENTAZIONI - USO INDICATIVO).....	49
14.3. - DRENAGGI A SCAVO AUTOMATIZZATO E CON RIEMPIMENTO IN CALCESTRUZZO POROSO (PER DRENARE ZONE GIA' PAVIMENTATE - USO INDICATIVO).....	50
Articolo 15 - SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA.....	51
15.1. - SIGILLATURA DELLE LESIONI ESEGUITE CON EMULSIONE E SABBIA.....	51
15.2. - SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLA PAVIMENTAZIONE ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA.....	51
15.3. - SIGILLATURA DELLA LINEA DI CONTATTO TRA CORDOLO E PAVIMENTAZIONE NEI PONTI E VIADOTTI ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA.....	51
Articolo 16 - ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE.....	51
16.1. - DESCRIZIONE.....	51
16.2. - CASO DEL GIUNTO LONGITUDINALE.....	51
16.3. - CASO DEL RAPPEZZO LOCALIZZATO.....	52
16.4. - CASO DEL GIUNTO TRASVERSALE (INIZIO E FINE LAVORAZIONI DI PAVIMENTAZIONI NUOVE IN CONTINUAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI) .....	52
Articolo 17 - RIPARAZIONE PICCOLE SUPERFICI.....	52
<b>PARTE IV.....</b>	<b>52</b>
<b>NORME RELATIVE A LAVORI DI PAVIMENTAZIONI.....</b>	<b>52</b>
Articolo 18 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO.....	52
18.1 - CONGLOMERATI BITUMINOSI DI NUOVA REALIZZAZIONE.....	53
18.2 - CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI.....	53
Articolo 19 - RISANAMENTI DI STRUTTURE AMMALORATE.....	53
Articolo 20 - IRRUVIDIMENTI DEL TAPPETO MEDIANTE BOCCIARDATURA.....	53
<b>PARTE V.....</b>	<b>54</b>
<b>DISPOSIZIONI PARTICOLARI.....</b>	<b>54</b>
Articolo 21 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI.....	54
<b>PARTE VI.....</b>	<b>54</b>
<b>QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>54</b>

PARTE VII 63

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	63
Articolo 23 – TRACCIAMENTI.....	63
Articolo 24 - SCAVI, REINTERRI E DEMOLIZIONI.....	63
Articolo 25 - MALTE.....	64
Articolo 26 - CONGLOMERATO DI CEMENTO.....	64
Articolo 27 - MURATURA DI MATTONI RETTA O CURVA.....	64
Articolo 28 - INTONACI, RINZAFFI E STUCCATURA.....	64
Articolo 29 - CASSERI E CASSEFORME.....	65
Articolo 30 - TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO CENTRIFUGATO O VIBROCOMPRESSO - TUBAZIONI IN GRES CERAMICO - TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO - TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN GHISA SFEROIDALE E TUBAZIONI IN CONGLOMERATO POLIMERICO.....	65
Art. n° 30 A - Tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o vibrocompressore.....	65
Art. n° 30 B - Tubazioni in gres ceramico.....	70
Art. n° 30 C- Manufatti prefabbricati.....	70
Art. n° 30 D - Rivestimenti.....	71
Art. n° 30 E - Tubazioni e pezzi speciali in acciaio e in ghisa sferoidale.....	72
Art.30/F Tubazioni e pezzi speciali in acciaio e in ghisa sferoidale.....	75
Art. n° 30/G - Tubazioni in calcestruzzo polimerico.....	78
Art. n° 30/H - Condotte in calcestruzzo polimerico infisse col sistema microtunnel.....	82
Art. n° 30/I - Trattamenti superficiali protettivi: modalità di esecuzione.....	83
Articolo 31 - MANUFATTI IN C.A.....	85
Articolo 32 - RIPRISTINO DEL CORPO STRADALE.....	85
Articolo 33 - TRATTAMENTO PER STRADE BIANCHE CON EMULSIONE BITUMINOSE.....	85
Articolo 34 - RILEVATI.....	87
Articolo 35 - PARATIE.....	87
Articolo 36 - TUTTI GLI ALTRI LAVORI.....	87

PARTE VIII 87

NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	87
Articolo 37 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI.....	87

PARTE IX 91

DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI, INVARIABILITA' DEGLI STESSI E LORO MODO DI REVISIONE.....	91
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Articolo 38 - DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI A CORPO, A MISURA ED ALLE SOMMINISTRAZIONI PER LAVORI IN ECONOMIA.....	91
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



## UNITA' DI MISURA SECONDO IL SISTEMA INTERNAZIONALE (SI)

I valori corrispondenti alle unità di misura riportati nel fascicolo possono essere convertiti nel sistema internazionale SI (Norma CNR-UNI 10003-74) mediante la seguente tabella:

<u>Grandezza</u>	<u>Nome</u>	<u>Simbolo</u>
Lunghezza	metro	m
Massa	chilogrammo	kg
Forza	newton	N
Pressione, tensione	pascal	Pa
Energia	joule	J
Potenza	watt	W
Tensione	volt	V

## FATTORI DI CONVERSIONE

### Forza

1 N	= 0,10197 kgf
	= 0,22481 lbf
1 KN	= 1000 N
	= 101,971 kgf
	= 224,809 lbf
	= 0,101971 t
1 kgf	= 9,80665 N
	= 2,20462 lbf

### Massa

1 kg	= 0,01968 cwt
	= 2,20462 lb
1 g	= 0,03527 oz
1 t	= 1000 kg
	= 0,98420 ton (inglesi)
1 cwt	= 50,8023 kg
1 lb	= 0,45359 kg
1 oz	= 38,349 g

### Capacità volume

1 mc	= 1,30795 yd c
1 dmc (litro)	= 0,03531 ft c
	= 1,7605 pint
	= 0,21997 imp gal
	= 0,2642 US gal
1 cmc (ml)	= 0,06102 in c
	= 0,0352 fl oz
1 yd c	= 0,76455 mc
1 ft	= 28,3168 dmc
1 in c	= 16,3871 cmc
1 imp gal	= 4,54609 dmc
1 US gal	= 3,78541 dmc
1 pint	= 0,56826 dmc
1 fl oz	= 28,4131 cmc

### Pressione tensione

1 Pa (N/m <sup>2</sup> )	= 0,01 mbar
	= 0,000145 lbf/in <sup>2</sup>
1 kPa (kN/m <sup>2</sup> )	= 0,01 kgf/cm <sup>2</sup>
	= 10 mbar
	= 20,885 lbf/ft <sup>2</sup>
	= 0,2953 in Hg
1 Mpa	= 10,2 kgf/cm <sup>2</sup>
1 lbf/in <sup>2</sup> (psi)	= 0,07031 kgf/cm <sup>2</sup>
	= 6,89476 kPa
1 lbf/ft <sup>2</sup>	= 47,8803 Pa
1 tonf/ft <sup>2</sup>	= 1,094 kgf/cm <sup>2</sup>
	= 107,252 kPa
1 bar	= 100 kPa
	= 14,5038 lbf/in <sup>2</sup>
1 mbar	= 100 Pa
	= 2,0885 lbf/in <sup>2</sup>
1 atm	= 101,325 kPa
	= 14,6959 lbf/in <sup>2</sup>
1 mm Hg(torr)	= 133,322 Pa
	= 0,01934 lbf/in <sup>2</sup>
1 mm H <sub>2</sub> O	= 9,80665 Pa

### Densità

1 kg/mc	= 1,686 lb/yd c.
1 g/cmc	= 62,4280 lb/ft c.
1 ton/yd c	= 1328,94 kg/mc.
1 lb/yd	= 0,593 kg/mc.
1 lb/in c	= 27,6799 g/cmc.

### Energia

1 MJ	= 0,277778 kWh
1 J	= 0,737562 ft lbf
1 kgf m	= 9,80665 J
1 Btu	= 1,05506 kJ

## **GLOSSARIO**

A.C.F.	=	Attivanti chimici funzionali
A.P.L.	=	Analizzatore di profilo longitudinale
A.P.P.	=	Polipropilene atattico
A.R.	=	Alto rendimento
C.A.T.	=	Coefficiente di aderenza trasversale
c.b.	=	Conglomerati bituminosi
c.b.d.	=	Conglomerati bituminosi drenanti
C.L.A.	=	Coefficiente di levigatezza accelerata
D.LL.	=	Direzione lavori
E.V.A.	=	Etilene Vinile Acetato
F.W.D.	=	Falling Weight Deflectometer
H.S.	=	Altezza in sabbia
H.V.	=	Hardness Vickers
HARD	=	Modifica forte dei bitumi (per tecnologia e per risultati)
I.R.I.	=	International Roughness Index (Indice di regolarità della strada)
L.D.P.E.	=	Polietilene a bassa densità
M.A.	=	Mano d'attacco
M <sub>d</sub>	=	Modulo di deformazione
N.T.A.	=	Norme tecniche di appalto
P.E.	=	Polietilene
P.E.C.	=	Polietilene cavi
PP.	=	Polipropilene
R.	=	Riciclaggio
R.C.I.	=	Riding Confort Index (Coefficiente di conforto alla marcia)
S.B.S.	=	Stirene Butadiene Stirene
S.B.S.-L	=	Stirene Butadiene Stirene a struttura lineare
S.B.S.-R	=	Stirene Butadiene Stirene a struttura radiale
S.I.S.	=	Stirene Isoprene Stirene
S.M.A.	=	Splittmastix Asphalt (conglomerato bituminoso multifunzionale)
SOFT	=	Modifica leggera dei bitumi (per costo o tecnologia)

## PARTE I

### QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

#### Articolo 1 - CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi, regolamenti ufficiali vigenti in materia nonché, in mancanza di indicazioni specifiche, alle norme tecniche di Veneto Strade e di A.N.A.S. S.p.a. meglio descritte nel successivo articolo 2. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

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

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

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti di fiducia ed indicati dalla Società appaltante, nonché per le corrispondenti prove di esami.

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

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

Nel caso che alcuni materiali da costruzione vengano forniti direttamente dalla Società, come previsto dall'art. 25 delle Norme Generali d'Appalto, l'Impresa, con il loro impiego, resterà la sola responsabile circa la qualità dei materiali stessi.

#### Articolo 2 - CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

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

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, volta per volta, in base a giudizio della Direzione dei Lavori, la quale, per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

a) acqua :

dovrà essere dolce, limpida, per quanto possibile esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche, o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 10816 del 05.11.1971 (D.M. 16.06.1976 e successivi aggiornamenti).

b) Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolana :

dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge 26.05.1965 n° 595;
- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14.01.1966 modificato con D.M. 03.06.1968 e D.M. 31.08.1972;
- delle "Norme per l'accettazione delle calci aeree" R.D. 16.11.1939 n°2231;
- delle "Norme per l'accettazione della pozzolana e dei materiali con comportamento pozzolanico" R.D. 16.11.1939 n°2230;
- di altre eventuali successive norme che dovessero essere state emanate dai competenti Organi.

a) Pietrischi, Pietrischetti, Graniglie, Sabbie, Additivi per le pavimentazioni:

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali", (C.N.R. B.U. n. 139 del 15.10.1992 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

b) Ghiaie, Ghiaietti per pavimentazioni :

dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - edizione giugno 1945", ed eventuali successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite in peso, per decantazione in acqua, superiore al 2% ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

c) Bitumi, Emulsioni bituminose:

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" Fascicolo n°2 ed. 1951 e/o C.N.R. B.U. n. 68 del 23.05.1978."Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" - Fascicolo n° 3 - ed. 1958 del C.N.R., ed eventuali successive modifiche ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

d) Bitumi liquidi:

dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" - Fascicolo n° 7 - ed. 1957 del C.N.R. ed eventuali successive modifiche ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

### **Articolo 3 - RISPONDENZA ALLE NORME C.E.I.**

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, oltre a quanto stabilito dalle Norme di Legge non derogabili, le parti, ove non diversamente specificato, faranno riferimento alle Norme C.E.I., in vigore dalla data di esecuzione delle opere.

## **PARTE II NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **Articolo 4 - NORME GENERALI**

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

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto in fase contabile.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, e l'Impresa potrà essere chiamata a rifacimenti a suo completo carico.

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

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

Parimenti verranno effettuati controlli per verificare le caratteristiche intrinseche dei materiali posti in opera. La rispondenza di queste misure agli standard previsti nelle Norme Tecniche causerà la diminuzione dei prezzi da applicare alle diverse parti dei lavori effettuati, fino al rifacimento integrale a carico dell'impresa.

I prodotti rigeneranti per il bitume, gli additivi ed i prodotti speciali, qualora forniti dall'Impresa saranno certificati o contabilizzati sulla base di documenti ufficiali di consegna o fatturazione.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di liquidazione finale dei lavori.

### **Articolo 5 - LAVORI IN ECONOMIA**

Le prestazioni in economia diretta saranno assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto secondari.

In ogni caso verranno ricompensate soltanto se riconosciute oggetto di preciso ordine ed autorizzazione scritta preventiva della Direzione Lavori.

Solo in questo caso verranno retribuite secondo le tabelle definite dalla Commissione Regionale Prezzi relative al periodo ed alla località in questione maggiorate del 24.3% (percentuale soggetta al ribasso d'asta) per spese generali e per utile dell'Impresa.

### PARTE III NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme tecniche d'appalto eseguiti dalle Imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Committente con congruo anticipo ed approvati dalla D.LL.

#### **Articolo 6 - DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

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

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

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della D.LL. per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera. Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0.5 cm.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla D.LL. 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 scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

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

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

La non idonea pulizia delle superfici potrà provocare una penalizzazione sul prezzo di elenco del 15%.

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

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

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

##### **6.2. - DEMOLIZIONE DEGLI STRATI NON LEGATI DI FONDAZIONE**

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere effettuata con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.LL. ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

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

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

## **Articolo 7 - FONDAZIONI A LEGANTE IDRAULICO O NON LEGATE**

### **7.1. - FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE**

#### **7.1.1. - DESCRIZIONE**

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

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 20 cm e non superiori a 30 cm.

#### **7.1.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE**

##### **7.1.2.1. - Inerti**

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti. A discrezione della D.LL. potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,075 mm.

Per le granulometrie possibili, detti materiali potranno anche essere integrati con ceneri volanti.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- Aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- Granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR B.U. n. 23 del 14.12.1971);

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivello	40	100
crivello	30	80-100
crivello	25	72-90
crivello	15	53-70
crivello	10	40-55
crivello	5	28-40
setaccio	2	18-30
setaccio	0.4	8-18
setaccio	0,18	6-14
setaccio	0,075	5-10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28.03.1973) non superiore a 30% in peso;
- Equivalente in sabbia (CNR B.U. n. 27 del 30.03.1972) compreso fra 30 e 60;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico)

##### **7.1.2.2. - Legante**

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

##### **7.1.2.3. - Acqua**

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

#### **7.1.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO**

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

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm., volume 3.242 cm<sup>3</sup>). Per il confezionamento dei provini, gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

I campioni da confezionare in laboratorio dovranno essere protetti in sacchi di plastica per evitare l'evaporazione dell'acqua. Saranno confezionati almeno tre campioni ogni 250 m di lavorazione.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello  $51 \pm 0,5$  mm., peso pestello  $4,535 \pm 0,005$  Kg., altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezionamento in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm.) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 35 Kg/cm<sup>2</sup> e non superiori a 65 Kg/cm<sup>2</sup>, ed a trazione indiretta secondo la prova "brasiliana" non inferiori a 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Per particolari casi è facoltà della D.LL. accettare valori di resistenza a compressione fino a 95 Kg/cm<sup>2</sup> (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### **7.1.4. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE**

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

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

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

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

#### **7.1.5. - POSA IN OPERA**

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

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

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

- rullo a due ruote vibranti da 10.000 kg. per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18.000 kg;

- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18.000 kg.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla D.LL., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 35°C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della D.LL., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **7.1.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% (tab. 7.D) in ragione di  $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$ , in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

#### **7.1.7. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI**

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

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

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 100% nelle prove AASHTO modificato di cui al punto 7.1.3. nel 98% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione  $M_d$  al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup>, rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione non dovrà mai essere inferiore a 2.000 daN/cm<sup>2</sup>.

La D.LL. si riserva la possibilità di eseguire misure di deflessione con deflettometro a massa battente, tipo F.W.D., dopo la stesa dello strato o anche a pavimentazione completata. I valori del modulo elastico dinamico della fondazione in misto cementato derivati da tali misure dovranno ricadere in un campo di valori ben preciso indicato nel seguito.

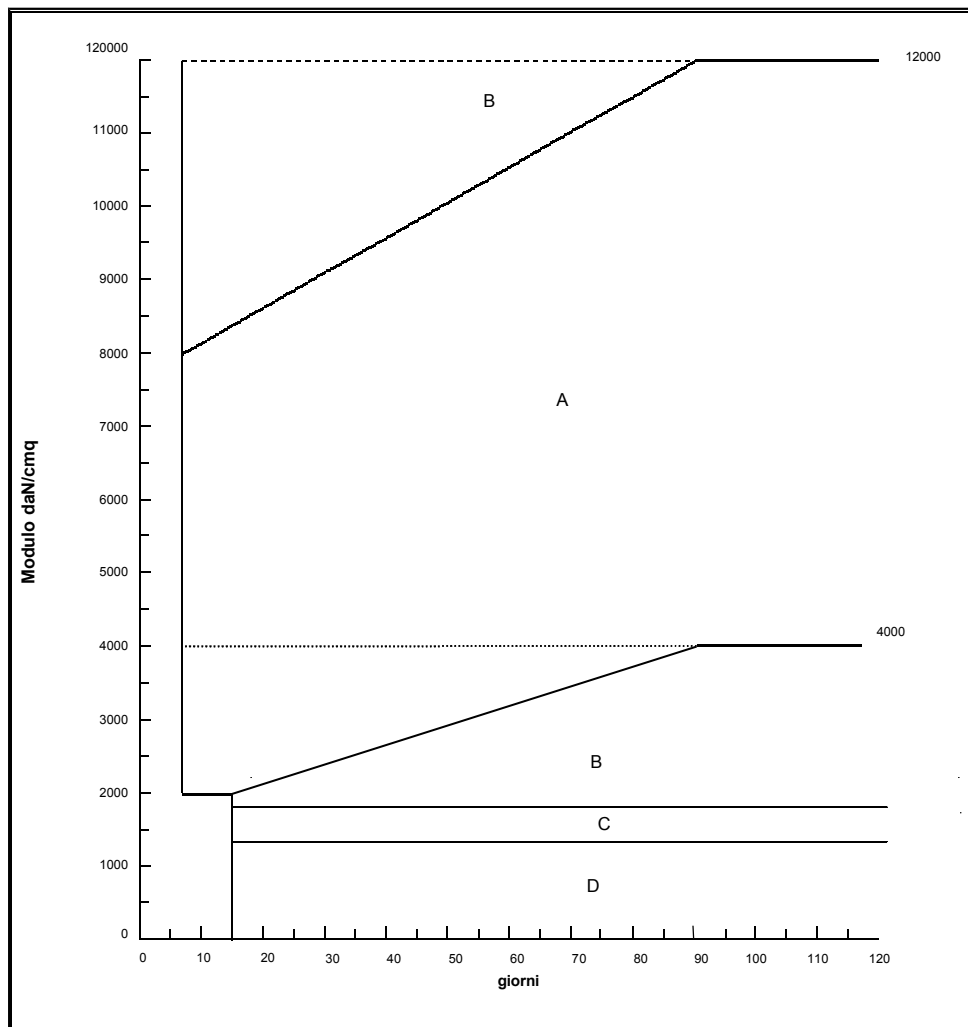
Si farà riferimento al valore medio del modulo in daN/m<sup>2</sup> che caratterizza ciascuna tratta omogenea in cui è possibile raggiungere i valori dei moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti tratte del lavoro uniformi per tipologia (trincea, rilevato, piano di campagna ecc.).



Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m di lunghezza nei quali cioè ricadono almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Le tratte omogenee saranno individuate automaticamente da un opportuno programma di calcolo.

Tali misure andranno eseguite almeno sette giorni dopo la stesa ed il valore del modulo medio dovrà ricadere nel riquadro indicato con la lettera A nel diagramma seguente.



Qualora i valori delle medie ricadano nei riquadri indicati con le lettere B, C, D, la pavimentazione completa sarà penalizzata con riduzione del prezzo di elenco in ogni suo strato, e per il tratto omogeneo risultato non accettabile, in proporzione della sua minor durata e particolarmente:

1. per modulo ricadente in B saranno effettuate detrazioni del 20%
2. per modulo ricadente in C saranno effettuate detrazioni del 30%
3. per modulo ricadente in D saranno effettuate detrazioni del 50%

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,5 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Lo spessore stabilito dovrà avere tolleranze in difetto non superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone con spessore in difetto sarà effettuato un deprezzamento del 30%.

## 7.2. - FONDAZIONE (O SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO, LA TECNICA DELLA MISCELAZIONE IN SITO

### 7.2.1. - DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito,

mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore complessivo di 25 cm.

Altri spessori potranno essere richiesti purché non inferiori a 20 cm e non superiori a 30 cm.

#### **7.2.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

##### **7.2.2.1.- Inerti**

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (CNR B.U. n.23 del 14.12.1971) indicate nel fuso seguente:

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivello	71	100
crivello	40	75-100
crivello	25	60-87
crivello	10	35-67
crivello	5	25-50
crivello	2	15-40
setaccio	0.4	7-22
setaccio	0,075	2-10

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

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 10 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni di seguito prescritte.

Nel caso di impiego di misto granulare nuovo la curva granulometrica dovrà essere sempre continua ed uniforme e rispettare i limiti del fuso di seguito riportato; gli inerti non dovranno avere forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles (CNR B.U. n.27 del 30.3.1972) non superiore a 30% in peso.

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

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivello	40	100
crivello	30	80-100
crivello	25	72-90
crivello	15	53-70
crivello	10	40-55
crivello	5	28-40
setaccio	2	18-30
setaccio	0.4	8-18
setaccio	0,18	6-14
setaccio	0,075	5-10

##### **7.2.2.2. - Legante**

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

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

E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero (cenere volante) di recente produzione.

Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 30% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

##### **7.2.2.3 - Acqua**

Dovrà essere pura ed esente da sostanze organiche.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

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

Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente riuniformare il misto miscelato, prima della rullatura.

#### **7.2.3. - STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO**

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 7.1.3.

#### **7.2.4. - MODALITÀ ESECUTIVE**

La demolizione degli strati legati a bitume, realizzata secondo quanto definito al precedente art. 6.1., dovrà interessare la corsia da sistemare per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla D.LL. e che comunque non dovrà essere inferiore a 4,5 m alla base dello scavo.

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

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

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

Nei casi di fondazione in misto granulare parzialmente compromessa (al di sotto del 50% della superficie dello scambio da risanare) si dovrà provvedere alla sostituzione dei materiali non idonei con materiali nuovi (di caratteristiche granulometriche uguali a quelle del materiale fresco d'apporto descritte al punto 7.2.2.1.), salvo diverso avviso della D.LL.

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di "rippers" per uno spessore non inferiore a 25 cm (dovrà essere controllata la validità dalla D.LL.). Il cemento o la miscela cemento-cenere preventivamente omogeneizzata a secco in impianto caricando da due silos diversi lo stesso distributore da usare in sito, nelle quantità stabilite, verrà distribuita in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla D.L. in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 25 cm.

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

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

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

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

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

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della D.L., da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato come indicato al punto 7.1.5.

#### **7.2.5. - NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI**

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 7.1.7.

#### **7.2.6. - PROTEZIONE SUPERFICIALE**

Si richiamano espressamente le norme di cui al punto 7.1.6.

**7.3. - MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE****7.3.1. - DESCRIZIONE**

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

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

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla D.LL.

**7.3.2. - CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE**

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

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivello	71	100
crivello	40	75-100
crivello	25	60-87
crivello	10	35-67
crivello	5	25-55
setaccio	2	15-40
setaccio	0,4	7-22
setaccio	0,075	2-10

c) rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,075 mm ed il passante al setaccio UNI 0,4 mm inferiore a 2/3;

d) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;

e) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 65 potrà essere modificato dalla D.LL. in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la D.LL. richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma.

Indice di portanza C.B.R.<sup>1</sup> dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50.

E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

**7.3.3 - STUDIO PRELIMINARE**

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla D.LL. mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

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

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

**7.3.4. - MODALITÀ ESECUTIVE**

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

<sup>1</sup> CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali indice di portanza CBR di una terra

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

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

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

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

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

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

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.LL. con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4" <sup>2</sup>.

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$ , misurato con il metodo di cui all'art. 7.1.7., ma nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 1.000 Kg/cm<sup>2</sup>.

In ogni caso è possibile ricavare il modulo elastico dinamico reale calcolato tramite valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione. La media dei valori di modulo in daN/cm<sup>2</sup> ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza dovrà risultare superiore a 1.850 daN/cm<sup>2</sup>.

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

## Articolo 8 - LEGANTI BITUMINOSI E LORO MODIFICANTI

### 8.1. - LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

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

#### 8.1.1. - BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 8.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi di cui all'art. 9.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi (vedi successivo art. 9.1.7.4.), nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; la Committente si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

<sup>2</sup> AASHTO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{P_c(100 - x)}{100P_c - xd_i}$$

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

$x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm. La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

La non rispondenza dei leganti alle caratteristiche richieste comporta l'applicazione delle penalità all'art. 9.1.8.4.

TABELLA 8.A		Bitume 60/70	Bitume 80/100
caratteristiche	U.M.	valore	
PRIMA PARTE			
penetrazione a 25° C	dmm	60-70	80-100
punto di rammollimento	° C	48-54	47-52
indice di penetrazione		-1/+1	-1/+1
punto di rottura Fraass, min.	° C	-8	-9
duttilità a 25° C, min.	cm	90	100
solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
perdita per riscaldamento (volatilità) a 163° C, max	%	0,2	0,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5	2,5
viscosità dinamica a 60° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	130-200	110-190
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 100)	Pa x s	0,16-0,23	0,12-0,18
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT <sup>(*)</sup>			
viscosità dinamica a 60° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	700-800	500-700
penetrazione a 25° C	dmm	20-25	20-30
duttilità a 25° C, min.	cm	70	70

<sup>(\*)</sup> Rolling Thin Film Oven Test

<sup>(\*\*)</sup> temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

<b>TABELLA 8.A2 – EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE</b>		
<b>caratteristiche</b>	<b>unità di misura</b>	<b>valori</b>
contenuto d'acqua	% in peso	30-35
contenuto di legante	% in peso	65-70
contenuto di bitume	% in peso	> 65
contenuto di flussante	% in peso	2-3
velocità di rottura		
demulsività	% in peso	40-70
adesione	%	> 90
viscosità Engler a 20° C	° E	> 10
carica di particelle		positiva
<b>caratteristiche del bitume estratto</b>		
penetrazione a 25° C	dmm	< 220
punto di rammollimento	° C	> 35

### 8.1.2. - BITUMI MODIFICATI

I bitumi di base di tipo 80-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft : modifica di facile tecnologia e con le caratteristiche riportate nella tabella 8.B colonna 1
- in modo hard : modifiche di tecnologia complessa e con le caratteristiche riportate nella tabella 8.B colonna 2.

I bitumi di tipo soft potranno entrambi essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (vedi art. 9.2.) salvo diversa indicazione della Committente.

<b>TABELLA 8.B - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI</b>			
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>soft 3%-5%</b>	<b>hard 5%-7%</b>
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04	1,0-1,04
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	45-60
punto di rammollimento	° C	55-65	75-85
indice di penetrazione		+1/+3	+3/+6
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -12	< -16
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	= 80	> 95
viscosità dinamica a 80° C (SPDL 07, RPM 10)	Pa x s	200-500	
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 10)	Pa x s		70-100
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 20) (SPDL 21, RPM 10)	Pa x s	0,2-0,5 /	/ 0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min.	%	99	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"			
penetrazione a 25° C	$\Delta$ (dmm)	< 5.0	< 5.0
punto di rammollimento	$\Delta_T$ (°C)	< 3.0	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test			
penetrazione residua a 25° C <sup>(*)</sup>	%	= 60	= 50
?T° (P.A.) <sup>(**)</sup>	° C	= 8	= 10
viscosità dinamica a 80° C	Pa x s	= 800	
viscosità dinamica a 100° C	Pa x s		= 100

<sup>(\*)</sup> % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) \* 100

<sup>(\*\*)</sup> temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

<b>TABELLA 8.B2 - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI AD ALTO MODULO</b>		
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>caratteristiche</b>
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04
penetrazione a 25° C	dmm	20-30
punto di rammollimento	° C	60-80
indice di penetrazione		+1/+5
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -16
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	= 90
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	60-110
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10)	Pa x s	0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min.	%	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"		
penetrazione a 25° C	$\Delta$ (dmm)	= 5.0
punto di rammollimento	$\Delta_T$ (°C)	= 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
penetrazione residua a 25° C <sup>(*)</sup>	%	= 50
?T° (P.A.) <sup>(**)</sup>	° C	= 10
viscosità dinamica a 80° C	Pa x s	= 110

<sup>(\*)</sup> % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) \* 100

<sup>(\*\*)</sup> temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

<b>TABELLA 8.B3 - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI TIPO "D.D.L."</b>		
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>caratteristiche</b>
densità a 25° C	g/cmc	1,0-1,04
penetrazione a 25° C	dmm	55-65
punto di rammollimento	° C	80-90
punto di rottura Fraass, min.	° C	< -19
duttilità a 25° C, min.	cm	> 100
ritorno elastico a 25° C	%	= 95
viscosità dinamica a 100° C (SPDL 07, RPM 1)	Pa x s	75-120
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10)	Pa x s	0,6-0,8
solubilità in solventi organici, min.	%	99,5
contenuto di paraffina, max	%	2,5
scostamenti dopo prova "tuben test"		
penetrazione a 25° C	$\Delta$ (dmm)	< 5.0
punto di rammollimento	$\Delta_T$ (°C)	< 3.0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test		
penetrazione residua a 25° C <sup>(*)</sup>	%	> 30
$T^*$ (P.A.) <sup>(**)</sup>	° C	< 10
viscosità dinamica a 100° C	Pa x s	> 120

<sup>(\*)</sup> % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) \* 100

<sup>(\*\*)</sup> temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

<b>TABELLA 8.C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO</b>		
<i>BITUME 80/100 + 5-6% SBS - L o R</i>		
<b>caratteristiche</b>	<b>U.M.</b>	<b>valori</b>
penetrazione a 25° C	dmm	45-60
punto di rammollimento	° C	70-85
indice di penetrazione		+1/+5
punto di rottura Fraass, min.	° C	-16
viscosità dinamica a 80° C (SPDL 07, RPM 0,5-1)	Pa x s	650-850
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10-20)	Pa x s	0,4-0,6

<b>TABELLA 8.E - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE CON SBS – L o R</b>		
<b>caratteristiche</b>	<b>unità di misura</b>	<b>valori</b>
contenuto d'acqua	% in peso	< 30
contenuto di bitume	% in peso	> 67
contenuto di flussante	% in peso	= 3
demulsività	% in peso	50 - 100
adesione	%	< 0,2
sedimentazione a 5 gg	%	< 5
viscosità Engler a 20° C	° E	> 20
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C	dmm	50-60
punto di rammollimento	° C	65-80
viscosità dinamica a 80° C (SPDL 07, RPM 0,5-1)	Pa x s	700-1.500
viscosità dinamica a 160° C (SPDL 21, RPM 10-20)	Pa x s	0,4-0,6



punto di rottura Fraass, min.	° C	-16
-------------------------------	-----	-----

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

### Bitumi semisolidi

Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali

Penetrazione  
Punto di rammolimento  
Punto di rottura  
Duttilità  
Solubilità in solventi organici  
Perdita per riscaldamento  
Perdita per riscaldamento in strato sottile  
Contenuto di paraffina  
Viscosità dinamica

Normativa CNR - Fasc. 2/1951  
e/o Normativa CNR - B.U. n. 68 (23.05.73)  
Normativa CNR - B.U. n. 24 (29.12.71)  
Normativa CNR - B.U. n. 35 (22.11.73)  
Normativa CNR - B.U. n. 43 (06.06.74)  
Normativa CNR - B.U. n. 44 (29.10.74)  
Normativa CNR - B.U. n. 48 (24.02.75)  
Normativa CNR - B.U. n. 50 (17.03.76)  
Normativa CNR - B.U. n. 54 (10.03.77)  
Normativa CNR - B.U. n. 66 (20.05.78)  
SN n. 67/1722/a  
(Viscosimetro Rotazionale Brookfield)

### Polietilene a bassa densità

Melt index (grado)  
Massa volumica  
Punto di fragilità

Normativa ASTM - D 1238/65 cond. E  
Normativa ASTM - D 1505/63 T  
Normativa ASTM - D 746/84 T

### Emulsioni bituminose

Contenuto di bitume (residuo per distillazione)  
Viscosità Engler  
Carica delle particelle  
Velocità di rottura  
Adesione

Normativa CNR - B.U. n. 100 (31.05.84)  
Normativa CNR - B.U. n. 102 (23.07.84)  
Normativa CNR - B.U. n. 99 (29.05.84)  
Normativa ASTM D 244/72  
CNR Fasc. n. 3bis/58

## Articolo 9 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

### 9.1. - CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, BINDER, USURA

#### 9.1.1. - DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'art. 8.1. di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

#### 9.1.2. - BITUME

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 8, i conglomerati di base, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

#### 9.1.3. - MATERIALI INERTI

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR BU 139/92 per la classe di traffico PP.

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

**La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR B.U. n. 169 del 20.06.94.**

#### 9.1.4. - AGGREGATO GROSSO (PEZZATURE DA 5 A 20 mm)

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

##### **9.1.4.1. - Strato di base**

Nella miscela di questo strato potrà essere impiegata ghiaia non frantumata nella percentuale stabilita di volta in volta dalla D.LL. che comunque non potrà essere superiore al 30% in peso. La perdita in peso

alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme B.U. CNR n.34 del 28.3.73 dovrà essere inferiore al 25%.

#### **9.1.4.2. - Strato di collegamento (binder)**

Per questo strato potranno essere impiegate graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n.34 del 28.3.73) inferiore al 22%.

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.

#### **9.1.4.3. - Strato di usura**

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le Norme B.U. CNR n. 34 del 28.3.1973) inferiore al 20

- Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953 dovrà essere inferiore a 0,015.
- L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme CNR fasc. IV/1953.
- coefficiente di forma superiore a 0,22 (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>)
- coefficiente di appiattimento inferiore a 12% (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>)

Nel caso sia previsto l'impiego di inerti provenienti da frantumazione di rocce effusive o di caratteristiche equivalenti si osserveranno le seguenti prescrizioni:

- coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) > 0,45 (Norme B.U. C.N.R. 140/92)
- coefficiente di forma superiore a 0,25 (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>)
- coefficiente di appiattimento inferiore al 10% su ogni pezzatura (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>).

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del C.A.T., scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

#### **9.1.5. - AGGREGATO FINO (PEZZATURE INFERIORI A 5 mm)**

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

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n.34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova B.U. CNR n. 27 (30.03.1972) dovrà essere superiore od uguale ad 80.

#### **9.1.6. - ADDITIVI**

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

- alla prova CNR B.U. 23/71 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:
 

setaccio UNI n. 0,42	passante in peso a secco 100%
setaccio UNI n. 0,18	passante in peso a secco 95%
setaccio UNI n. 0,075	passante in peso a secco 90%
- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,075, più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

#### **9.1.7. - MISCELE**

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

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

#### **9.1.7.1. - Base**

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
Crivello	40	100
crivello	30	80-100
crivello	25	70-100
crivello	15	45-85
crivello	10	35-70
crivello	5	25-55
setaccio	2	17-40

setaccio	0.4	6-20
setaccio	0,18	4-14
setaccio	0,075	3-8

Bitume 3%-4,5% del tipo 60-70 o 80-100 descritto nell'art. 8 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.73).

Per strati di spessore compresso non superiore a 10 cm dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

#### **9.1.7.2. - Binder**

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %	
		<b>FUSO A</b>	<b>FUSO B</b>
crivello	30	100	
crivello	25	88-100	100
crivello	15	55-80	70-100
crivello	10	45-70	55-75
crivello	5	30-55	40-60
setaccio	2	20-45	25-45
setaccio	0.4	7-25	8-25
setaccio	0,18	5-15	6-15
setaccio	0,075	4-8	4-8

Bitume 4,0%-5,0% del tipo 60-70 o 80-100 descritto nell'art. 8 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.1973).

#### **9.1.7.3. - Usura**

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %	
		<b>FUSO A</b>	<b>FUSO B</b>
Crivello	20	100	100
crivello	15	85-100	75-100
crivello	10	65-90	55-75
crivello	5	45-75	35-60
setaccio	2	30-55	20-40
setaccio	0.4	12-30	10-25
setaccio	0,18	7-20	7-15
setaccio	0,075	5-10	5-8

Bitume 4,0%-5,5% del tipo 60-70 descritto nell'art. 8 (CNR B.U. n. 38 del 21.3.1973).

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

#### **9.1.8. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

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

##### **9.1.8.1. - strato di base**

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 800 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 250.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

##### **9.1.8.2. - strato di collegamento**

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. La stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso superiore a 1.000 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 300.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

##### **9.1.8.3. - strato di usura**

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1.200 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% e l'8% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

Inoltre la D.LL. si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura "Prova Brasiliana" (CNR B.U. n. 134/91). I limiti di capitolato dovranno essere pari a :

	TEMPERATURA DI PROVA		
	10° C	25° C	40° C
Resistenza a trazione indiretta (N/mmq)	1,7 - 2,2	0,7 - 1,1	0,3 - 0,6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mmq)	= 170	= 70	= 30

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 7 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 149/92).

#### **9.1.8.4. - Controllo dei requisiti di accettazione**

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

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

Una volta accettata dalla D.LL. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 5\%$  per lo strato di base e di  $\pm 3\%$  per gli strati di binder ed usura. Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) di  $\pm 2\%$ ; per il passante al setaccio 0,075 mm UNI di  $\pm 1,5\%$ .

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25\%$ .

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

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. CNR n. 40 del 30.3.1973), media di 4 prove; percentuale dei vuoti (B.U. CNR n. 39 del 23.3.1973), media di 4 prove; stabilità e rigidità Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi a norma CNR B.U. n. 81 del 31.12.1980 sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in Kg) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

I valori delle caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 8 tabelle 8.A e 8.B devono risultare nei limiti indicati almeno per cinque caratteristiche su dieci, essendo obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità a 60° o 80°, alla penetrazione e al punto di rammollimento che devono comunque rientrare nei fusi reologici indicati negli abachi.

Qualora il bitume non risulti come da richiesta verrà penalizzata del 20% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$CM \text{ (metri cubi)} = Q / (2.300 \times 0,045)$$

$D_{(lire)} = 0,20 \times CM \times PS$

D è la cifra da detrarre e  $P_s$  è la media ponderale dei prezzi di base ( $P_B$ ), binder ( $P_b$ ), usura ( $P_u$ ) comprese le percentuali di impiego.

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

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

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

#### **9.1.8.5. - Formazione e confezione delle miscele**

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **9.1.8.6. - Posa in opera**

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

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

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

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 60 chilometri.

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

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

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

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

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

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 ton;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10.000 Kg per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

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

Al termine della compattazione gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 98%.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 13.

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

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

Inoltre i moduli elastici effettivi del materiale costituente uno strato, ricavati sulla base di misure di deflessione ottenute con prove dinamiche tipo FWD effettuate anche a pavimentazione completata, dovranno avere un valore medio misurato in un periodo di tempo variabile tra 3 giorni e 90 giorni dal termine della lavorazione, compreso tra 65.000 e 96.000 Kg/cm<sup>2</sup> alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C.

Si farà riferimento al valore medio di modulo in daN/cm<sup>2</sup> ricavato dai moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m di lunghezza

nei quali ricadano almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Le tratte omogenee saranno individuate automaticamente da un programma di calcolo.

La prova dinamica avrà valore solo su strati aggiunti rinnovati, di spessore superiore od uguale a 8 cm; qualora gli strati aggiunti o rinnovati fossero più di uno anche se lo spessore di uno o di entrambi gli strati fosse inferiore a 8 cm si potrà effettuare ugualmente la valutazione di quanto rilevato a condizione che lo spessore complessivo del pacchetto legato a bitume superi gli 8 cm.

Qualora il valore medio dello strato soggetto a prova non superi i 65.000 Kg/cm<sup>2</sup> lo strato interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati effettuando una detrazione del 10%.

## **9.2. - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE, COLLEGAMENTO ED USURA CON BITUME POLIMERIZZATO**

### **9.2.1. - DESCRIZIONE**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di base, collegamento ed usura tradizionali.

#### **9.2.2. - BITUME**

Dovrà essere impiegato bitume di modifica tipo "Hard" o "Soft" (a seconda delle esigenze contingenti della D.LL.) descritta nella tabella 8.B. in quantità comprese:

- per i conglomerati per strato di base : tra il 3,5% ed 4,5%
- per i conglomerati per strato di collegamento : tra il 4% ed il 5%
- per conglomerati per strato di usura : tra il 4,5% ed il 5,5%

#### **9.2.3. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) dovrà risultare superiore ai seguenti valori:

- per i conglomerati per strato di base con bitumi a modifica "soft" : 1.200 kg
- per i conglomerati per strato di base con bitumi a modifica "hard" : 1.400 kg
- per i conglomerati per strato di collegamento con bitumi a modifica "soft" : 1.300 kg
- per i conglomerati per strato di collegamento con bitumi a modifica "hard": 1.500 kg
- per conglomerati per strato di usura con bitumi a modifica "soft" : 1.500 kg
- per conglomerati per strato di usura con bitumi a modifica "hard" : 1.700 kg

Il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 300 kg/mm per tutti gli strati

I provini Marshall dovranno presentare una percentuale dei vuoti residui compresa tra il 3% e il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

#### **9.2.3.1. - Controllo requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 9.1.8.4)

La D.L. si riserva la facoltà di controllare la miscela applicando la prova di deformabilità di carico costante "CREEP" (CNR B.U. n.106 del 10.4.85).

Il parametro "J<sub>1</sub>" verrà definito di volta in volta mentre il parametro "J<sub>p</sub>" verrà determinato usando provini ricavati da carote prelevate in sito delle seguenti dimensioni:

- diametro di 100 mm per pavimentazione con spessore superiore ai 150 mm;
- diametro di 200 mm per pavimentazione con spessore minore ai 150 mm;

Le carote prelevate dovranno essere sottoposte alla prova di "CREEP" tra il 15° giorno ed il 28° giorno della stesa.

Il valore del parametro "J<sub>p</sub>" determinato alle temperature di 10°, 25° e/o 40°C dovrà essere compreso rispettivamente tra i valori 0,4 e 1,0; 4,0 e 8,0 e tra 12 e 20 cm<sup>2</sup>/daN x s x 10<sup>-6</sup>.

Il valore della resistenza a trazione indiretta R<sub>t</sub> determinata da provini Marshall dovrà essere compreso nei valori riportati nella seguente tabella:

T = 25° C	Bitumi hard	Bitumi soft
R <sub>t</sub>	> 0,7	> 0,6

#### **9.2.3.2. - Posa in opera delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 9.1.8.6.) salvo diversa indicazione da parte della D.LL., ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato

in maniera tale da garantire una densità in tutto lo spessore (comprensiva anche dei vuoti superficiali) non inferiore al 90% di quella relativa ai prelievi eseguiti all'impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione.

### **9.3. - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE, E BINDER AD ALTO MODULO COMPLESSO**

#### **9.3.1 - Descrizione**

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti calcarei provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato. La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori

#### **9.3.2. - BITUME**

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 8.B2 in quantità comprese fra 4,8 % e 6,0 % per lo strato di base e tra 5,2% e 6,5% per lo strato di collegamento

#### **9.3.3 - AGGREGATI**

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nei paragrafi 9.1.4.2 e 9.1.5

#### **9.3.4 - MISCELA**

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

BASE BINDER	(sp. 8-12 cm)	(sp. 5-7 cm)
Crivelli e setacci UNI		
30	100	100
20	80-100	80-100
15	60-85	70-90
10	40-65	55-75
5	30-50	35-55
2	20-36	28-42
0.42	12-20	12-24
0.18	8-15	10-15
0.075	6-12	6-12

#### **9.3.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR B.U. n. 30 del 15.03.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 1800 Kg per entrambi gli strati.
- Il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 300 kg/mm per ambo gli strati.
- i valori di modulo elastico complesso dovranno risultare, per entrambi gli strati, superiori a 6000 Mpa e 12000 Mpa rispettivamente alle temperature di 30 °C e di 10 °C, alla frequenza di 10 Hz;

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1.0% e il 4.0% (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73).

##### **9.3.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali indicate all'art. 9.1.8.4.

##### **9.3.5.2. - Confezione delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate al paragrafo 9.1.8.5.

##### **9.3.5.3 - Posa in opera delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali all'art. 9.1.8.6 ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella Marshall relativa a prelievi in eseguiti impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione. La temperatura massima d'impasto non dovrà essere superiore a 180° C.



**9.4. - CONGLOMERATO BITUMINOSO MULTIFUNZIONALE PER STRATI DI USURA****9.4.1. - Descrizione**

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

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

**9.4.2. - BITUME**

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 8.B in quantità comprese fra 5,5% e 7,0%

**9.4.3 - AGGREGATI**

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati negli articoli 9.1.3 e 9.1.4.3

**9.4.4 - MISCELA**

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

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %	
		<b>fuso A</b> (sp. 3-5 cm)	<b>fuso B</b> (sp. 2-3 cm)
crivello	15	100	
crivello	10	62-85	100
crivello	5	30-50	35-55
setaccio	2	22-34	22-35
setaccio	0,4	10-20	12-22
setaccio	0,18	9-16	9-16
setaccio	0,075	8-14	8-14

**9.4.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR B.U. n. 30 del 15.03.73) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 1.300 Kg.
- Il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 200 kg/mm.
- valore della prova di impronta a 60° dopo un'ora inferiore a 1,00 mm
- la resistenza a trazione indiretta eseguita a 25°C su provini Marshall dovrà risultare non inferiore a 1,0 N/mm<sup>2</sup>.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall e la trazione indiretta dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1,0% e il 4,0% (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73).

**9.4.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali indicate all'art. 9.1.8.4.

**9.4.5.2. - Confezione delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 9.1.8.5.

**9.4.5.3 - Posa in opera delle miscele**

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

**9.5. - CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA SEMIDRENANTE E DRENANTE**

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilo-clotoide, rettilo-curva)
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza)

#### 9.5.1. - AGGREGATI

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati all'art. 9.1.3. con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0,45;
- perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73) non superiore al 20% in peso;
- l'equivalente in sabbia, di una eventuale miscela delle sabbie da frantumazione, determinato secondo la prova (CNR B.U. n. 27 del 30.3.1972), dovrà essere uguale o superiore a 70;
- coefficiente di forma superiore a 0,25 (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>)
- coefficiente di appiattimento inferiore al 10% su ogni pezzatura (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>).

#### 9.5.2. - MISCELA

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

		<b>DRENANTE</b> (sp. min. 5 cm)	<b>SEMIDRENANTE</b> (sp. min. 3 cm)
Crivelli e setacci UNI		Passante totale % in peso	
		fuso A	fuso B
crivello	20	100	
crivello	15	65-100	100
crivello	10	15-60	70-100
crivello	5	12-25	15-40
setaccio	2	10-20	10-20
setaccio	0,4	9-17	8-15
setaccio	0,18	8-15	7-13
setaccio	0,075	8-12	6-10

Caratteristiche prestazionali dei 2 fusi sopra riportati:

	fuso da utilizzare	
	A	B
elevata drenabilità	X	
ottima drenabilità		X

Entrambi i fusi favoriscono una elevata fonoassorbenza.

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

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

Il tenore di bitume (del tipo hard) dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall, prova (CNR n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 Kg. Il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 150;
- valore della prova d'impronta a 60°C dopo un'ora inferiore a 3 mm (DIN 1996);
- perdita in peso alla prova "Cantabro" risultante dalla media di 3 provini Marshall non superiore a 12%;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73) nei limiti di seguito indicati:

Fuso granulometrico "A"	: > 18%
Fuso granulometrico "B"	: > 16%

I provini per le misure di stabilità e rigidezza e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Inoltre la D.LL. si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana".

I limiti del Capitolato dovranno essere, per le due miscele, compresi nei valori riportati di seguito:

Resistenza a trazione indiretta a 25° C (N/mm<sup>2</sup>) = 0,50

Coefficiente di trazione indiretta a 25° C = 30

#### **9.5.3. - REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Valgono le stesse prescrizioni indicate dall'art. 9.1.8.3.

##### **9.5.3.1. - Confezione delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 9.1.7.3), inoltre il tempo minimo di miscelazione effettiva, non dovrà essere inferiore a 30 secondi.

##### **9.5.3.2. - Posa in opera delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 9.1.8.6.), ad eccezione della temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra i 150°C e 170°C per le miscele ottenute con legante bituminoso con modifica tipo hard. Al termine della compattazione che dovrà essere effettuata con rulli tandem statici e vibranti del peso di 8÷10 ton in numero adeguato alle necessità, lo strato di usura drenante dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 90% di quella Marshall rilevata all'impianto o alla stesa; tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norme (CNR B.U. n. 40 del 30.3.73), e sarà determinata su carote di 20 cm. di diametro, o su carote di diametro inferiore previa verifica degli strati superficiali (inferiore e superiore).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cm<sup>2</sup> e uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 16 dm<sup>3</sup>. al minuto per il fuso "A", maggiore di 12 dm<sup>3</sup> al minuto per spessori di 3 cm. per il fuso "B".

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra 0,600 e 2,000 Kg/m<sup>2</sup> (secondo le indicazioni della D.LL.) ed il successivo eventuale spargimento di uno strato di filler, sabbia o graniglia prebitumata; potrà essere anche richiesta la preventiva stesa di un tappeto sottile di risagomatura ed impermeabilizzazione del supporto, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. La D.LL. indicherà di volta in volta la composizione di queste miscele fini. Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

#### **9.6. - CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO "DOUBLE DRAINING LAYER" (DDL) AD ALTA CAPACITA' DRENANTE E FONOASSORBENTE**

##### **9.6.1 - DESCRIZIONE**

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

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

##### **9.6.2. - BITUME**

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 8.B3 in quantità comprese fra 4,5% e 5,2%

##### **9.5.3 - AGGREGATI**

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nell'art. 9.1.3 e nell'art. 9.1.4.3 con le seguenti eccezioni:

##### **Strato inferiore calcareo**

- perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n.34 dd.28.03.93) non superiore al 22%
- Coefficiente di Forma superiore a 0.25 (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>);
- Coefficiente di Appiattimento inferiore al 10% (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>);

Strato superiore confezionato con inerti provenienti da rocce effusive

- perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n.34 dd.28.03.93) non superiore al 20%
- Coefficiente di Forma superiore a 0.25 (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>);
- Coefficiente di Appiattimento inferiore al 10% (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>);
- Coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore di 0.45 (CNR 140/92)

**9.5.4 - MISCELE**

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

Strato inferiore calcareo:

Crivelli e setacci UNI		Passante totale % in peso	
		<b>fuso A</b> (sp. min. 3 cm)	<b>fuso B</b> (sp. min. 4cm)
crivello	20	100	100
crivello	15	70-100	60-100
crivello	10	20-70	14-50
crivello	5	12-25	12-22
setaccio	2	10-22	10-20
setaccio	0,4	8-15	8-15
setaccio	0,18	7-14	7-14
setaccio	0,075	6-12	6-12

Strato superiore confezionato con inerti provenienti da rocce effusive

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivello	10	100
crivello	8	20-100
crivello	5	13-25
setaccio	2	10-18
setaccio	0.4	8-15
setaccio	0,18	7-14
setaccio	0,075	7-12

Le prestazioni in termini di capacità drenante delle due combinazioni di miscele, misurata con permeametro standard ad un mese dalla messa in opera, dovranno risultare:

Miscela	A1 (cm 3+1,5-2)	B1 (cm 4 +1,5-2)
Capacità drenante	> 30 l/min	> 40 l/min

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

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento
400 / 630	$\alpha > 0.25$
800 / 1250	$\alpha > 0,50$
1600 / 2500	$\alpha > 0,25$

**9.5.5 - REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

Il conglomerato dovrà possedere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR n.30 dd. 15.03.73), eseguito alla temperatura di 60 °C su provini costipati con 50 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 daN per lo strato basaltico e non inferiore a 400 daN per lo strato calcareo.

- Il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità e lo scorrimento, dovrà essere per tutti gli strati superiore a 200 daN/mm;
- valore della prova di impronta a 60° dopo un'ora inferiore a 3mm;
- la resistenza a trazione indiretta "Brasiliana" eseguita a 25°C su provini marshall dovrà risultare superiore a 5 daN/cm<sup>2</sup>.
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (C.N.R. B.U. n. 39 del 23.03.73) compresa nei limiti di seguito indicati:

strato calcareo da 3 cm	> 20%
strato calcareo da 4 cm	> 20%
strato basaltico da 1,5 cm	> 22%

#### **9.5.5.1. - Controllo dei requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali indicate all'art. 9.1.8.4.

#### **9.5.5.2. - Confezione delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 9.1.8.5.

#### **9.5.5.3 - Posa in opera delle miscele**

La sovrapposizione del secondo strato dovrà essere eseguita entro le 48 ore successive alla stesa del 1° strato. Inoltre la temperatura alla stesa del conglomerato di entrambi gli strati non dovrà essere inferiore a 160 °C e la temperatura degli impasti non dovrà essere superiore a 180 °C.

Valgono inoltre le stesse prescrizioni indicate all'art. 9.4.5.3 .

### **Articolo 10 - CONGLOMERATI BITUMINOSI RIGENERATI IN SITO**

#### ***10.1. - DESCRIZIONE***

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

##### ***10.1.1. - MATERIALI INERTI***

Nei lavori dove è prevista l'aggiunta di inerte fresco questi dovranno rispettare le stesse prescrizioni di cui all'art. 9.1..

##### ***10.1.2. - LEGANTE***

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale da riciclare integrato da bitume fresco o bitume fresco additivato con A.C.F., in modo da ottenere la viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto 10.1.3. che segue. Il bitume fresco sarà normalmente del tipo 80/100 con le caratteristiche descritte nella tabella 8.A.

##### ***10.1.3. - MISCELA***

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

Il valore della stabilità Marshall B.U. CNR n.30 del 15.3.1973 eseguita a 60°C su provini costipati a 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1.200 Kg. Il modulo di rigidezza dovrà essere maggiore od uguale a 300 Kg/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 4% e 6% (CNR B.U. n.39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

##### ***10.1.4. - CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE***

Valgono le stesse prescrizioni dei conglomerati tradizionali art. 9.1.8.

##### ***10.1.5. - FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE***

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

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

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

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

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

#### **10.1.6. - POSA IN OPERA DELLA MISCELA**

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

L'addensamento dello strato rigenerato verrà realizzato con idonei rulli gommati fino al raggiungimento della densità percentuale che verrà di volta in volta definita dalla D.L. e che comunque non potrà essere inferiore al 98% di quella rilevata nello strato preesistente. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10.000 Kg per le operazioni di finitura di giunti e riprese.

I giunti longitudinali dovranno essere preventivamente ed opportunamente riscaldati in modo che non si danneggi la fascia indisturbata della pavimentazione a margine e successivamente emulsionati nelle fasce a contatto con la zona rigenerata (deroghe da questi comportamenti dovute a particolarità speciali di macchine riciclatrici dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L.).

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

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

Un'asta rettilinea di 4,5 m posta in qualunque direzione dovrà aderire alla superficie in modo uniforme.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di mm 5.

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

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

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

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

Per tutte le altre caratteristiche non espressamente menzionate si richiamano le prescrizioni dell'art. 9.1.8., penalità comprese.

### **Articolo 11 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI**

#### **11.1. - TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI SBS RADIALI**

##### **11.1.1. - DESCRIZIONE**

I trattamenti consistono in operazioni di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, incollati, tramite bitumi additivati da applicare a caldo sulla pavimentazione preesistente.

##### **11.1.2. - MATERIALI INERTI**

Gli inerti dovranno essere frantumati, puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 20% (norme B.U. CNR n.34 del 28.3.1973);
- coefficiente di levigatezza accelerato: C.L.A. maggiore o uguale 0,40.

Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: 3-5 e 8-10.

Le granulometrie si riferiscono a setacci (maglie quadrate).

Le percentuali delle code di pezzatura (parti maggiori di D e minori di d) dovranno essere in totale inferiori al 15%.

La percentuale in peso rispetto al totale degli elementi inferiori a 0,5 mm. dovrà essere inferiore allo 0,5% mentre la stessa percentuale degli elementi inferiori a 5 microns dovrà essere minore allo 0,05%.

L'inerte per avere forma idonea dovrà avere un coefficiente di forma  $C_f$  superiore 0,25 (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>) ed un coefficiente di appiattimento inferiore a 10 (UNI 8520 parte 18<sup>a</sup>).

#### 11.1.3. - LEGANTE

Il legante dovrà essere un bitume modificato con polimeri SBS-R (radiali) tipo hard come indicato nella tab. 8.B.

I bitumi modificati con polimeri tipo SBS da impiegare per i "TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO", devono essere additivati con dopes di adesività liquidi e termostaticamente stabili alla temperatura di miscelazione (tale operazione deve essere effettuata nella cisterna della spruzzatrice in un tempo antecedente l'applicazione al fine di garantire una perfetta dispersione nel legante modificato). L'aggiunta del dopes di adesività deve essere pari al 4 per mille in peso riferito al legante modificato.

L'uso di questi leganti flussati e modificati comporta alcune misure di sicurezza da adottare per lo stoccaggio del materiale in cantiere. Ciò è dovuto alla presenza di frazioni leggere da distillati petroliferi per cui è preferibile mantenere il prodotto a una temperatura di stoccaggio pari a 150°C.

Inoltre occorre rispettare i tempi di stoccaggio dichiarati dal produttore, ciò al fine di non alterare la reologia del legante e le sue caratteristiche prestazionali.

#### 11.1.4. - CARATTERISTICHE DELL'ADESIONE LEGANTE-INERTE

L'adesione verrà valutata con il metodo della piastra Vialit (L.C.P.C. 1973). Questo metodo dà delle indicazioni per ogni condizione dell'inerte (sporco, pulito, bagnato, asciutto); è preferibile operare con inerti puliti (lavati) e asciutti.

#### 11.1.5. - FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Bistrato doppia granigliatura (due strati di legante e graniglia alternati). I dosaggi medi per la formulazione, che possono essere lievemente modificati in fase operativa, sono i seguenti:

1<sup>a</sup> mano legante - 0,850 Kg/m<sup>2</sup> per la corsia di marcia, elevabile a 0,950 Kg/m<sup>2</sup> per la corsia di sorpasso

1<sup>a</sup> mano inerti - pezzatura 8/10 = 9 litri/m<sup>2</sup>

2<sup>a</sup> mano legante - 0,750 Kg/m<sup>2</sup> per la corsia di marcia, elevabile a 0,850 Kg/m<sup>2</sup> per la corsia di sorpasso

2<sup>a</sup> mano inerti - pezzatura 3/5 = 6 litri/m<sup>2</sup>

#### 11.1.6. - POSA IN OPERA

Per l'esecuzione dei trattamenti superficiali l'attrezzatura essenziale di cantiere è costituita dai mezzi meccanici elencati di seguito:

- motospazzatrice : deve essere di tipo semovente e dovranno essere garantite la rotazione e la perfetta funzionalità delle spazzole (non metalliche);
- cisterna spruzzatrice : deve essere di tipo semovente con dispositivo autonomo di riscaldamento e munita di pompa per l'alimentazione della rampa di spruzzaggio del legante. Quest'ultima deve assicurare l'uniforme distribuzione del legante sulla superficie stradale secondo la quantità prestabilita con controllo elettronico del dosaggio;
- spandigraniglia : è costituita, nel più semplice dei casi da un sistema di ripartizione a pettine montato sulla parte terminale posteriore del cassone a ribaltamento idraulico di un autocarro.
- Lo spandigraniglia può essere anche rimorchiato con altezza dei pettini tale da risultare molto vicini a terra (max 30 cm). In ogni caso la granigliatrice deve essere in grado di assicurare la distribuzione degli aggregati in maniera uniforme e continua secondo le quantità di pietrischetto o graniglie prestabilite;
- rulli : i rulli devono essere vibranti da 6.000 Kg a cilindro metallico rivestito di gomma oppure di tipo gommato.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

La zona da trattare dovrà essere preventivamente risanata in modo da avere una pavimentazione che non presenti degradazioni molto importanti e tali da compromettere l'efficacia del trattamento come per esempio ormaie, avvallamenti e fessurazioni estese.

Fessure longitudinali o di giunto potranno invece essere sigillate preventivamente in modo da predisporre un manto stradale continuo per uniformare il dosaggio di legante. La D.L. si riserva la facoltà di far effettuare una pulizia preventiva nel caso che la superficie non si presenti sufficientemente pulita.

La stesa del legante con spruzzatrice a caldo avverrà ad una temperatura compresa tra 150°C e 165°C. La temperatura nella cisterna-spruzzatrice dovrà essere non inferiore a 160°C. La temperatura della superficie della pavimentazione non dovrà essere inferiore a 10°C.

La temperatura dell'aria non deve essere inferiore a 15°C e la stesa deve essere interrotta in caso di pioggia o di superficie bagnata.

La larghezza della striscia dovrà essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandigraniglia il quale dovrà seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 metri. Dovrà essere controllata la ripartizione del legante trasversalmente alla strada, effettuata dalla spruzzatrice. Le zone laterali che eventualmente avessero un ricoprimento insufficiente dovranno essere di nuovo ricoperte nella seconda strisciata della prima mano di legante (tranne che nei bordi esterni del trattamento).

I giunti longitudinali non dovranno finire nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli; in particolare sulla corsia di marcia dovrà essere accuratamente evitato il giunto sulla fascia a sinistra della riga gialla; esso dovrà finire ad almeno 30 cm. da detta riga gialla sulla corsia di emergenza.

La spruzzatrice dovrà assicurare l'uniformità di dosaggio anche all'inizio delle zone da trattare; per questo motivo l'apertura degli ugelli dovrà essere effettuata mentre essa è già in movimento alla sua velocità normale. Nella spruzzatura della seconda mano di legante per il trattamento bistrato non si devono avere sovrapposizioni dei "giunti" longitudinali di spruzzatura. I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di spruzzatura dovranno essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Seguirà la stesa degli inerti mediante spandigraniglia che dovranno passare sugli inerti da essi stesi per non asportare con le gomme il legante fresco. Successivamente si effettuerà una rullatura con rullo gommato descritto in precedenza e con una velocità di rullatura di 8-10 Km/h.

Il rullo deve seguire da vicino lo spandigraniglia, sia nel caso del bistrato che in quello del monostrato, il numero dei passaggi su ogni punto coperto da inerti della prima granigliatura deve essere di 3.

Il secondo strato di inerti verrà rullato con lo stesso tipo di rullo almeno per 5 volte nello stesso punto. Le fasi di "rullatura" dovranno essere molto rapide nel caso del monostrato a doppia granigliatura (non previsto nel presente capitolato), maggior lentezza ci potrà essere nel caso del bistrato nel quale occorre ripetere, dopo la prima rullatura, lo spandimento del legante. In ogni caso il lavoro dovrà essere fatto in modo che al termine della giornata lavorativa sulla superficie sia stato fatto anche il secondo strato di inerti.

Nel caso di cantieri a grande rendimento (superiori a 10.000 m<sup>2</sup> al giorno) è indispensabile la presenza di due compattatori. Eseguita la rullatura delle seconde granigliature occorre eliminare gli inerti di rigetto mediante una spazzatrice aspirante e con sponde in plastica dosando in maniera opportuna la sua potenza. Questo lavoro dovrà essere eseguito dopo circa due ore e non oltre le tre ore dal termine delle operazioni di rullatura.

L'apertura al traffico seguirà dopo questa operazione su una sola corsia per circa 6 ore e per altre 6 ore sull'altra corsia (alternanza di traffico) prima di aprire completamente la carreggiata e segnalare per almeno 24 ore una limitazione di velocità a 60 Km/h. A seconda delle condizioni riscontrate dopo questo primo giorno di traffico la D.L. si riserva la facoltà di far passare o no la spazzatrice per eliminare ulteriormente il rigetto.

L'apertura al traffico è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento; il tempo di alternanza delle correnti di traffico sulle diverse corsie dipende dalla sua entità (peso e frequenza dei passaggi) e dalle condizioni climatiche. In caso di pioggia successiva alla stesa non si dovrà aprire al traffico (né per l'alternanza né per il traffico normale); l'alternanza verrà ripristinata circa due ore dopo la fine della pioggia.

Un controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante volume degli inerti) ogni mezza giornata od ogni 10.000 m<sup>2</sup> che non dovranno essere inferiori del 2% di quelle calcolate mediante le formulazioni ed i dosaggi medi indicati al punto 11.1.5..



La superficie trattata dovrà in ogni caso risultare il più possibile uniforme e regolare in tutte le direzioni. La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.U. n.94 del 15.10.1983) o mediante il misuratore "texture meter" dovrà avere i seguenti requisiti:

- maggiore o uguale a 0,8 mm.

Per ciò che riguarda il "texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm. preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote.

Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura medi ogni 10 metri ed ogni 50 metri di strisciata longitudinale, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 metri in ogni strisciata (con una sola cifra decimale).

Dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere, scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 50 metri) nei punti dove, a giudizio della D.L., la tessitura risulti non sufficiente o dubbia.

In caso di insufficienza dei valori di tessitura (vedi art. 13) si estenderanno le misure ai tratti adiacenti; qualora i valori siano ancora non idonei si dovrà procedere all'asportazione con fresa ed alla ripetizione gratuita del trattamento; se invece i valori aggiuntivi misurati nei tratti adiacenti sono soddisfacenti si pagherà il lavoro con il 10% di detrazione sui m<sup>2</sup> trattati.

#### **11.3.- RISAGOMATURA DELLE ORMAIE MEDIANTE IMPIEGO DI MICROTAPPETI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO**

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

Le caratteristiche ed i requisiti di accettazione dei materiali inerti e dei leganti costituenti la miscela, come pure le prescrizioni per la formazione, la confezione e la posa in opera delle miscele, saranno in tutto conformi a quanto già specificato all'art. 9.2.3. - 9.2.3.1. - 9.2.3.2. per i conglomerati bituminosi per strati di usura, fatte salve le seguenti modifiche:

- Composizione granulometrica: individuabile con una curva continua contenuta orientativamente entro i limiti del seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI      Passante totale in peso %

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
crivello	10	100
crivello	5	70-90
setaccio	2	45-70
setaccio	0,4	15-35
setaccio	0,18	8-20
setaccio	0,075	5-10

- Legante: bitume di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione Lavori;
- Valore della stabilità Marshall: non inferiore a 900 Kg e rigidità superiore a 250;
- Percentuale dei vuoti residui: nella miscela valutata sugli stessi provini utilizzati per la determinazione della stabilità Marshall compresa tra 4% e 6%;
- Percentuale dei vuoti residui nella miscela in opera a cilindratura finita non superiore al 10%.

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

#### **11.4. - TRATTAMENTI DI IRRUVIDIMENTO CON SISTEMI MECCANICI**

##### **11.4.1. - IRRUVIDIMENTO PER MIGLIORARE L'ADERENZA**

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

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

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

#### 11.4.2. - IRRUVIDIMENTO PER VARIARE LA RUMOROSITÀ'

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

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

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

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

##### 11.5.1. - DESCRIZIONE

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

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

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

##### 11.5.2. - INERTI

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento. Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n.34/73), minore del 18% e non superiore al 16% per la massima pezzatura; inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,42 (CNR B.U. n. 140/92).

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà comunque essere inferiore all'85% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere alla prova Los Angeles, (CNR B.U. n.34/73 - Classe "C") eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due dovrà essere maggiore od uguale all'80% (CNR B.U. n.27/72).

##### 11.5.3. - ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto 11.5.2. potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati dovranno soddisfare i requisiti richiesti al precedente punto 9.1.6.

##### 11.5.4. - MISCELE

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

Crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %		
		spessore minimo		
		9 mm	6 mm	4 mm
crivello	15	100	-	-
crivello	10	85-100	100	100
crivello	5	55-75	70-90	85-100
setaccio	2	36-50	39-63	58-83
setaccio	0.4	14-28	14-28	22-36
setaccio	0,18	8-19	8-19	11-22

setaccio 0,075 4-10 5-15 6-10

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

#### 11.5.5. - MALTA BITUMINOSA

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

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

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

- Penetrazione a 25°C dmm 50/65 (CNR B.U. 24)
- Punto di ramollimento °C 63 (CNR B.U. 35)
- Indice di penetrazione +1,5 - +2,5 (UNI 4163)
- Punto di rottura Fraas min °C -18 (CNR B.U. 43)

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

#### 11.5.6. - COMPOSIZIONE E DOSAGGI DELLA MISCELA

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio della malta	Kg/m <sup>2</sup>	10-15	15-25	7-12
Dimensione max inerti	mm	10-13	7-9	5-6
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo, % in peso sugli inerti	%	5,5-7,5	6,5-12	7,5-13,5

#### 11.5.7.- ACQUA

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

#### 11.5.8. - CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA

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

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

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

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

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

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione dello "Slurry-seal" a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg. di sabbia per 1 m<sup>2</sup> di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati. Al termine delle operazioni di stesa lo "Slurry-seal" dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera dello "Slurry-seal" dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

#### **11.6. - MODALITA' ESECUTIVE**

Posa in opera di strato di ancoraggio e livellamento dello spessore medio di mm. 4.

Riscaldamento dello strato appena steso con una serie di piastre radianti di potenzialità complessiva pari a 800.000 Kcal/ora, sino alla completa evaporazione dell'acqua.

Apertura del traffico a velocità controllata.

Stesa dello strato superiore dello spessore medio di mm.9.

Sabbiatura con sabbia ricca in filler a protezione della malta dal contatto dei pneumatici delle macchine operative.

Rullatura con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito di piastra riscaldante per favorire la risalita dell'acqua e per una sua prima parziale eliminazione.

Riscaldamento con la solita piastra sino alla completa eliminazione dell'acqua.

Apertura al traffico a velocità controllata.

### **Articolo 12 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A FREDDO**

#### **12.1. - DESCRIZIONE**

Il conglomerato bituminoso freddo "plastico" per riempimento e sistemazione di buche superficiali di qualsiasi dimensione presenti sul piano viabile può essere costituito sia da materiale di primo utilizzo sia da materiale riciclato proveniente dalla demolizione di pavimentazioni bituminose (fresato) per opere di manutenzione.

La mescola (aggregati, fresato, bitume e additivi) è ideale per la manutenzione stradale di piccole, medie e grandi dimensioni fino a qualche decina di metri quadrati (dal riempimento di buche a rappezzi anche di 50 m<sup>2</sup>). Il materiale plastico potrà essere realizzato mescolando direttamente "in-situ" le materie prime o in un impianto fisso di miscelazione. Inoltre, potrà essere sia sfuso sia in sacchi e/o secchielli pronti all'uso.

Nel caso di utilizzo di fresato, l'additivo-legante dovrà essere costituito da diversi componenti chimici, ognuno dei quali ha una funzione ben precisa nei confronti del bitume presente nel fresato: antiossidante, plastificante, rigenerante, bagnante, diluente e disperdente.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.. La loro presa visione non solleva comunque l'Impresa dalla responsabilità di ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

#### **12.2. - MATRICE DI CONGLOMERATO BITUMINOSO A FREDDO MODIFICATO**

##### **12.2.1. - AGGREGATI**

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da fresato. L'eventuale fresato (anche il 100%) e gli aggregati dovranno avere un'appropriata granulometria

(0/10 mm oppure 0/20 mm), secondo gli utilizzi.

### Aggregato grosso

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) dovrà essere totalmente frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 20$ ( $LA_{20}$ )
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	$C_{100/0}$
Resistenza alla levigatezza	UNI EN 1097-8	---	$\geq 44$ ( $PSV_{44}$ )
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$ ( $F_1$ )
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	$\leq 5$
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	$\leq 20$ ( $SI_{20}$ )
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	$\leq 15$ ( $FI_{15}$ )
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	$\leq 0,5$ ( $f_{0,5}$ )

### 12.2.2. - LEGANTE

I bitume totale presente nella miscela sarà formato eventualmente da quello contenuto nel fresato e quello di apporto. Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nell'appendice NA.

Bitume Normale			Limiti (UNI EN 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 mm	50-70	70-100
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	46 - 54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	$\leq -8$	$\leq -10$
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa•s	0,03-0,10	0,02-0,10
<b>Valori dopo RTFOT</b>	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	$\leq 11$	$\leq 11$
Variazione della massa	UNI EN 12607 - 1	%	$\leq 0,5$	$\leq 0,8$

### 12.2.3. - FILLER DI ATTIVAZIONE

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	85÷100
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	70÷100
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	8÷25 ( $\Delta_{R\&B}/8/25$ )

### 12.4. - MISCELE

La miscela bituminosa plastica prodotta con le diverse tecnologie dovrà essere sottoposta a prequalifica di laboratorio e dovrà avere le seguenti prestazioni:

Condizioni di prova			
Condizioni di prova	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi per faccia	50
Stabilità Marshall dopo 7gg all'aria a 25°C	UNI EN 12697-34	kN	> 4
Resistenza a trazione indiretta dopo 7gg all'aria a 25°C	CNR n.134/91	kPa	> 50

Un ulteriore requisito riguardante le prestazioni meccaniche delle miscele è richiesto sulla base dei risultati della prova Cantabro. La procedura di prova consiste nell'inserire un provino cilindrico, confezionato con 50 colpi per faccia secondo la metodologia Marshall ( UNI EN 12967 – 34), all'interno dell'apparecchiatura Los Angeles eseguendo 300 giri alla velocità di 30 giri/min.

La prova permetterà di determinare la percentuale della perdita in peso media dei provini rispetto al peso iniziale. Nel caso di miscele bituminose a freddo è prevista una stagionatura all'aria dei provini per 28 giorni a 25 °C.

Condizioni di prova			
Condizioni di prova	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi per faccia	50
Perdita in peso Cantabro dopo 28 gg all'aria a 25°C		%	< 10

## 12.5. - POSA IN OPERA DELLE MISCELE

La posa in opera dovrà avvenire a regola d'arte e si dovrà procedere al livellamento della stesa ed alla compattazione. In particolare si deve prevedere:

- accurata pulizia della zona da riempire e della zona perimetrale esterna ammalorata;
- asportazione di detriti, acqua e materiali limosi;
- spruzzatura uniforme di emulsione bituminosa acida modificata al 55% di bitume;
- posa in opera su tutta la superficie trattata del conglomerato bituminoso freddo, avendo cura di effettuare una congrua colmataura in grado di compensare il calo sotto compattazione;
- compattazione con attrezzature idonee.

Nel caso in cui la superficie trattata sia molto ampia si dovrà eseguire una compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante alternando passaggi statici a passaggi vibranti. Si dovrà avere cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Potranno essere impiegati in alternativa rulli vibranti-gommati.

Il traffico potrà essere ammesso sullo strato applicato a partire da qualche minuto per piccoli interventi (buche-trincee) fino a poche ore (per rappezzi consistenti) a seconda della dimensione dell'area sottoposta alla manutenzione stradale.

## Articolo 13 - CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

### 13.1. ADERENZA

Nei tappeti di usura e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessiture granulometriche idonei in rapporto a:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il controllo delle caratteristiche superficiali verrà eseguito, a discrezione della D.LL., nei seguenti modi:

A) Il coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) <sup>3</sup> deve risultare non inferiore ai seguenti valori elencati per misure eseguite ad una temperatura della

<sup>3</sup> La relazione tra il valore C.A.T. qui prescritto (C.A.T.<sub>aut</sub>) e quello definito dalla Norma CNR (C.A.T.<sub>CNR</sub>) è la seguente:

$$C.A.T._{aut} = C.A.T._{CNR} \times 100$$

Il C.A.T. dovrà essere calcolato alla temperatura di riferimento di 20° C. Nei risultati si dovrà specificare la temperatura superficiale alla quale è stata eseguita la prova.

superficie pavimentata di 30° C (i valori andranno aumentati o diminuiti di 0,3 punti ogni 10° C in più od in meno della temperatura di riferimento):

- |                                                                |             |
|----------------------------------------------------------------|-------------|
| a) Conglomerati bituminosi per strati di usura                 | C.A.T. = 60 |
| c) Conglomerati bituminosi per strati di usura provv. (binder) | C.A.T. = 50 |
| d) Conglomerati bituminosi rigenerati in sito                  | C.A.T. = 55 |
| e) Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti             | C.A.T. = 60 |
| f) Conglomerati bituminosi chiodati                            | C.A.T. = 65 |
| g) Trattamenti superficiali e macro seal (spess. min. 9 mm)    | C.A.T. = 70 |

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata secondo la norma ISO 13473 dovrà avere i seguenti requisiti:

- |                                                         |          |
|---------------------------------------------------------|----------|
| a) Conglomerati bituminosi tradizionali tipo A          | HS = 0,5 |
| b) Conglomerati bituminosi tradizionali tipo B          | HS = 0,6 |
| c) Conglomerati bituminosi tradizionali provv. (binder) | HS = 0,4 |
| d) Conglomerati bituminosi modificati con polimeri      | HS = 0,6 |
| e) Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti      | HS = 1,0 |
| f) Conglomerati bituminosi multifunzionali              | HS = 0,8 |

Le misure di C.A.T. e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per ciò che riguarda il "texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m di striscia longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni striscia (con una sola cifra decimale).

Sia per il CAT che per l'HS dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il CAT ed a 50 m per HS) nei punti dove, a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure di CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m.

La media dei valori CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del CAT sulla tratta omogenea.

Anche rispetto alle misure di HS è possibile definire tratte omogenee di almeno 50 m.

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Sia il C.A.T. che l'HS dovrà essere rilevato su tutta la lunghezza della tratta pavimentata e su ogni corsia.

Rispetto alle misure di C.A.T. effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m.

#### 13.1.1. - PENALITÀ

Qualora il valore medio, definito in precedenza, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m di CAT e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto del pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili sono per il CAT 35 e per l'HS 0,25. Qualora il valore CAT e/o HS sia inferiore a tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesa dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Se non si raggiungessero i valori prescritti e si fosse comunque al di sopra dei valori inaccettabili verrà applicata la detrazione del 20%.

#### 13.2. - REGOLARITÀ

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature laser ad alto rendimento e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- |          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| - I.R.I. | inferiore a 2,0 mm/m (su rilevato); |
| - I.R.I. | inferiore a 2,5 mm/m (su viadotto)  |

- profilo filtrato sulle onde corte (da 1,0 a 3,3 m). inferiore a 2 mm;
- profilo filtrato sulle onde medie (da 3,3 a 13,0 m) inferiore a 4 mm.

Questa prescrizione vale per:

- conglomerati bituminosi tradizionali;
- conglomerati bituminosi rigenerati in sito.
- conglomerati bituminosi modificati con polimeri;
- conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti;
- conglomerati bituminosi multifunzionali.
- conglomerati bituminosi chiodati.
- trattamenti di irruvidimento.
- Macro seal (slurry seal)

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori I.R.I. misurati ogni 25 m su tali tratte fornisce il valore medio di I.R.I. nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

#### **13.2.1. - PENALITÀ**

Qualora i valori medi, definiti in precedenza su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, di I.R.I. e/o delle irregolarità per onde corte ed onde medie non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento sarà penalizzato del 15% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore di I.R.I. fosse superiore a 4 mm/m oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore a 4 mm e per le onde medie maggiore a 8 mm, si dovrà procedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a cura ed onere dell'Impresa.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

#### **13.3. - NORMA PER LA VALUTAZIONE DELLO SPESSORE DEGLI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI UNA PAVIMENTAZIONE STRADALE**

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per tali carote, vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione.

La Committente si riserva la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

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

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure  $x_i$ , definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero.

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



### 13.3.1. - PENALITÀ

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile mediante un valore M inferiore al 93% dello spessore di progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure.

Per valori di M tali che:

7% < M = 10% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte del 20%

10% < M = 20% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte del 35%

20% < M = 30% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 50%.

Ogni deficienza di spessore superiore al 30% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura a cura e spese dell'Impresa.

## Articolo 14 – DRENAGGI

### 14.1. - DRENAGGI TRADIZIONALI (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE - USO INDICATIVO)

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame, ciottolame o misto di fiume e posti in opera su platea in calcestruzzo; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiori dimensioni dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino negli strati superiori.

La D.LL. potrà ordinare l'intasamento del drenaggio già costituito con sabbia lavata. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impegnare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### 14.2. - DRENAGGI CON FILTRO IN "NON TESSUTO" (ESTERNI ALLE ZONE PAVIMENTATE O EFFETTUATI PRIMA DI STENDERE LE PAVIMENTAZIONI - USO INDICATIVO)

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o per il drenaggio laterale delle pavimentazioni i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in tessuto "non tessuto" costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici. Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L. Il materiale da usare dovrà avere una resistenza a trazione su striscia da 5 cm di almeno 60 Kg e buone caratteristiche filtranti (sotto un peso di 2 Kg/cm<sup>2</sup> lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm); il peso minimo accettabile del tessuto non tessuto sarà invece di 350 grammi/m<sup>2</sup>.

I vari elementi di non tessuto dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 50 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 Kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. L'impregnazione potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata o altro materiale, a seconda della posizione del drenaggio.

**14.3. - DRENAGGI A SCAVO AUTOMATIZZATO E CON RIEMPIMENTO IN CALCESTRUZZO POROSO (PER DRENARE ZONE GIÀ PAVIMENTATE - USO INDICATIVO)**

I drenaggi laterali delle pavimentazioni lungo la mezzzeria della corsia di emergenza dovranno essere realizzati mediante uno scavo di larghezza non inferiore a 30 cm eseguito con idonea fresatrice automatica.

Lo scavo dovrà raggiungere una profondità di almeno 30 cm sotto il piano di posa dello strato di fondazione della pavimentazione.

Nel caso che la pendenza esistente nella pavimentazione non sia sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque (minore dell'1,0%) la profondità del cavo dovrà essere variabile in modo da consentire lo scorrimento delle acque verso gli scarichi.

Verrà sempre impiegato un filtro in tessuto non tessuto analogo a quello descritto nel precedente articolo 14.2. con le stesse modalità di impiego.

Il fondo di detto non tessuto dovrà essere impermeabilizzato con bitume, come descritto nel precedente articolo 14.2.; in alternativa si potrà usare sul fondo dello scavo una platea in calcestruzzo di classe R'bK 200 Kg/cm<sup>2</sup>, dell'altezza media di 5 cm, dopo la messa in opera del "non tessuto" sulla platea, oppure dopo l'impermeabilizzazione con bitume dello stesso "non tessuto".

Per lo smaltimento delle acque si potranno utilizzare materassini in materiale sintetico non putrescibile drenanti rivestiti in "non tessuto" posti in doppio strato a diretto contatto col "non tessuto" di fondo, oppure tubazione in corrugato di p.v.c. del diametro 100 mm microfessurata.

Il cavo rivestito di "non tessuto", con dispositivo di smaltimento delle acque prescelto, verrà successivamente riempito di calcestruzzo poroso.

Il calcestruzzo poroso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- la quantità di cemento da impiegare dovrà essere pari a 150 Kg per mc. del tipo 325 preferibilmente pozzolanico o d'alto forno.
- la resistenza a compressione a 28 giorni dovrà essere maggiore od uguale a 100 Kg/cm<sup>2</sup>.
- la dimensione massima degli aggregati dovrà essere di 40 mm.
- le pezzature da usare dovranno essere di 3 tipi:

0/5 per circa 300 Kg/mc

5/20 per circa 675 Kg/mc

20/40 per circa 675 Kg/mc

- l'acqua d'impasto dovrà essere 70-80 litri/mc
- il calcestruzzo maturato dovrà avere una capacità drenante di almeno 20 l/sec/m<sup>2</sup>.

Questo calcestruzzo dovrà inoltre ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "non tessuto" alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento, il calcestruzzo poroso dovrà essere ben vibrato mediante vibrocostipatori o vibratori ad immersione e si sovrapporrà il "non tessuto" fuoriuscente in sommità; su di esso verrà eseguita una copertura in conglomerato bituminoso tipo chiuso (2% dei vuoti della prova Marshall) per uno spessore medio non inferiore a 7 cm.

**Articolo 15 - SIGILLATURA DI LESIONI O GIUNTI DI STRISCIATA**

Gli interventi di sigillatura per chiudere le lesioni o microlesioni presenti sulla pavimentazione longitudinalmente o trasversalmente dovranno essere effettuati tempestivamente in modo da bloccare o contenere il fenomeno di rottura appena questo si manifesta, evitando così la veloce degradazione del tappeto, soprattutto nei casi di distacco del giunto longitudinale di strisciata.

Se le lesioni sono molto diffuse la D.L. dovrà effettuare una attenta valutazione economica per stabilire l'intervento più idoneo tra quelli elencati nel seguito.

**15.1. - SIGILLATURA DELLE LESIONI ESEGUITE CON EMULSIONE E SABBIA**

Le sigillature eseguite con emulsione e sabbia dovranno essere realizzate con emulsione acida al 55% (tab. 8.D) e sabbia umida con granulometria continua da 0 a 5 mm.

Si dovrà porre particolare attenzione nell'impiego dell'emulsione il cui eccesso può provocare punti pericolosi per il traffico.

L'emulsione verrà distribuita con apposite vaschette dotate di ugello distributore o con attrezzature simili, previa soffiatura con aria compressa delle lesioni da sigillare. Seguirà lo spandimento della sabbia fino ad intasamento. Successivamente dovrà essere spazzata via la sabbia in eccesso.

Questo tipo di intervento può essere anche richiesto prima della stesa di un tappeto di rafforzamento quando il supporto presenta lesioni superficiali tali che non risulta conveniente realizzare interventi di sostituzione totale dello stesso supporto.

#### **15.2. - SIGILLATURA DELLE LESIONI DELLA PAVIMENTAZIONE ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA**

La sigillatura delle lesioni delle pavimentazioni eseguita con bitumi modificati colati a caldo dovrà essere effettuata con particolari idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulizia delle stesse lesioni per tutta la profondità e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

Si procederà innanzitutto alla apertura delle fessure mediante clipper per una larghezza ed una profondità di almeno 2 cm.

Con il getto di aria immesso nelle fessure per mezzo della lancia si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulizia della lesione, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità.

Il sigillante sarà del tipo bitume modificato Hard (come indicato alla tab. 8.B) uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida sarà versato con apposito dispositivo nell'interno della lesione fino alla sua completa otturazione assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi della stessa lesione con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 2 a 5 cm.

#### **15.3. - SIGILLATURA DELLA LINEA DI CONTATTO TRA CORDOLO E PAVIMENTAZIONE NEI PONTI E VIADOTTI ESEGUITA CON BITUME MODIFICATO E LANCIA TERMICA**

Si richiamano espressamente le norme di cui al precedente punto 15.2. Inoltre, in questo caso, occorre aver cura di asportare anche con sistemi tradizionali eventuali parti estranee di conglomerato bituminoso non addensato nella zona fra pavimentazione-cordolo (o New Jersey).

### **Articolo 16 - ARMATURA DI GIUNTI LONGITUDINALI PER RIDURRE LA TRASMISSIONE DELLE FESSURE**

#### **16.1. - DESCRIZIONE**

Per lavori di pavimentazione in affiancamento a sovrastrutture esistenti o per lavori di rappezzo localizzati, al fine di aumentare la durata a fatica dei conglomerati bituminosi posti a cavallo del giunto di ripresa longitudinale o sopra la zona rappezzata, si potrà richiedere la posa in opera di una guaina bituminosa autoadesiva rinforzata con apposito tessuto non tessuto o geotessile a rete che serva a ridurre la risalita delle fessure presenti sul piano d'appoggio.

#### **16.2. - CASO DEL GIUNTO LONGITUDINALE**

Dovrà essere preventivamente demolita con apposita fresa a freddo la pavimentazione a cavallo del giunto per una larghezza di 50 cm e per una profondità di almeno 10 cm dalla superficie finita della pavimentazione (secondo le norme di cui all'art. 6.1.).

Sulla superficie così ottenuta, preventivamente emulsionata, potrà essere posta in opera una guaina prefabbricata autoadesiva a freddo, realizzata da una speciale miscela di gomma e bitume armata di rete di polipropilene all'estradosso superiore della larghezza di 45-50 cm.

Al di sopra di detta guaina verrà steso un conglomerato bituminoso chiuso con le caratteristiche di un binder (art. 9.1. al quale si rimanda per tutte le prescrizioni non menzionate espressamente), ma con vuoti Marshall non superiori al 2-3%.

La stesa del conglomerato sarà preceduta da spruzzatura con emulsione bituminosa acida al 55% delle pareti verticali della trincea longitudinale; detto conglomerato, ben compattato con apposito rullo vibrante di ridotte dimensioni, verrà successivamente ricoperto dal tappeto di usura finale. La formazione del giunto dovrà essere programmata in modo tale che tra la stesa del binder di riempimento e la sua successiva ricopertura non passino più di 20-30 giorni; si dovrà inoltre evitare di ricoprire un riempimento troppo recente (meno di 20 giorni).

La guaina dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- spessore totale miscela gomma-bitume 1,5 mm
- spessore rete di polipropilene 0,5 mm.

- allungamento longitudinale massimo 30%
- allungamento trasversale massimo 25%
- temperature limite d'esercizio 30°C minimo e 150°C massimo

L'autoadesività della guaina dovrà essere garantita da un foglio protettivo di carta siliconata asportabile all'atto dell'applicazione.

#### **16.3. - CASO DEL RAPPEZZO LOCALIZZATO**

Nei lavori di pronto intervento, su zone sfondate, potrà essere eseguita la preventiva posa in opera di guaine del tipo descritto all'art. 16.2. prima della ricostruzione del conglomerato bituminoso asportato.

I rappezzi dovranno essere preparati con accurata demolizione del materiale degradato, riquadratura dei bordi e impregnazione con emulsione acida al 60% di tutte le superfici orizzontali e verticali.

Lo spessore del conglomerato bituminoso di riempimento dovrà in ogni caso non essere inferiore agli 8-10 cm.

#### **16.4. - CASO DEL GIUNTO TRASVERSALE (INIZIO E FINE LAVORAZIONI DI PAVIMENTAZIONI NUOVE IN CONTINUAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI)**

Per lavori di pavimentazioni in avanzamento a sovrastrutture esistenti, le stesse dovranno essere preventivamente demolite per una profondità minima dello spessore dello stato da ricreare raccordandosi in avanzamento nella misura di 2 m/cm. Al termine della lavorazione il raccordo dovrà avvenire con le stesse modalità.

### **Articolo 17 - RIPARAZIONE PICCOLE SUPERFICI**

La riparazione di piccole e circoscritte superfici di pavimentazione ammalorata più o meno diffuse nello stesso scambio di carreggiata sarà effettuata con interventi limitati ai punti ammalorati secondo esplicita richiesta della D.L.

Questi interventi saranno compensati in economia e realizzati con modalità e con impiego di materiali rispondenti alle norme tecniche definite per ciascuna categoria di lavoro.

In particolare dovranno essere impiegate squadre di lavoro attrezzate con frese, finitrici e rulli di idonee dimensioni per essere facilmente trasportate con carrellone ed in grado di realizzare il lavoro a perfetta regola d'arte.

Potranno altresì essere impiegate attrezzature per la rigenerazione in sito della pavimentazione di ridotte dimensioni (max 1,20 m di larghezza), quando gli ammaloramenti in atto non superano lo spessore di 7-8 cm.

In questi casi il lavoro dovrà essere realizzato secondo quanto previsto nell'articolo 10 e compensato a misura secondo il prezzo di elenco.

## **PARTE IV NORME RELATIVE A LAVORI DI PAVIMENTAZIONI**

### **Articolo 18 - CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO**

#### **18.1 - CONGLOMERATI BITUMINOSI DI NUOVA REALIZZAZIONE**

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

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

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

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

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

Si stabilisce che il conglomerato bituminoso a caldo dovrà essere approvvigionato da impianti ubicati a distanza non superiore ai 80 Km. dai luoghi di impiego.

#### **18.2 - CONGLOMERATI BITUMINOSI RICICLATI**

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

Variazioni in più od in meno dello spessore dell'intervento, rispetto al valore medio prefissato, verranno computate con gli aumenti o diminuzioni sui prezzi unitari previsti in elenco prezzi, solo se espressamente ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Nei relativi prezzi a metro quadrato sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni di cui all'articolo 10, comprese le integrazioni con bitume addittivo con rigeneranti e con gli inerti necessari per la correzione della curva granulometrica od irruvidimento superficiale.

Per quanto espressamente non menzionato nel presente paragrafo si fa riferimento al precedente punto 18.1.

### **Articolo 19 - RISANAMENTI DI STRUTTURE AMMALORATE**

I lavori di risanamento di sovrastrutture ammalorate verranno valutati a volume, secondo la superficie e gli spessori ordinati.

Nei relativi prezzi a metro cubo sono compresi tutti gli oneri relativi al taglio della sovrastruttura ammalorata con l'impiego di sega a dischi diamantati, alla demolizione della stessa con qualsiasi mezzo, anche a mano, al carico e trasporto a rifiuto del materiale di risulta, alla sistemazione e compattazione del piano della fondazione, alla ricostruzione della sovrastruttura in conglomerato bituminoso secondo quanto previsto dall'articolo 9, ed a quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

S'intendono compensate a parte, purché ordinate dalla Direzione Lavori, la sostituzione anche parziale del materiale di fondazione in misto granulare e la eventuale stabilizzazione della fondazione con cemento.

Gli interventi di risanamento e di rinforzo della pavimentazione in corrispondenza delle porte di stazione verranno valutati a superficie, secondo le dimensioni ordinate dalla Direzione Lavori.

Si intendono compensate a parte solo eventuali rimozioni e sostituzioni di materiale di fondazione in misto granulare oltre la profondità di 40 cm del piano finito.

### **Articolo 20 - IRRUVIDIMENTI DEL TAPPETO MEDIANTE BOCCIARDATURA**

Nei trattamenti superficiali di bocciardatura verranno valutati i metri quadri effettivamente trattati comprensivi di eventuali sovrapposizioni, con le eventuali detrazioni indicate al punto 11.4. e con prezzo unitario uguale per le tre tecniche descritte: bocciardatura, bocciardatura sonora ed irradiatura.

Nei relativi prezzi a metro quadrato sono compresi tutti gli oneri per l'esecuzione del lavoro a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni di cui le presenti norme.

## **PARTE V DISPOSIZIONI PARTICOLARI**

### **Articolo 21 - DISPOSIZIONI PARTICOLARI**

Di norma i lavori resteranno sospesi in coincidenza di giornate festive e prefestive e, se ritenuto necessario, fino alle ore dodici del giorno successivo a quello festivo. Per l'esecuzione dei lavori il traffico verrà deviato su carreggiata unica. Dette deviazioni dovranno essere rimosse nei giorni festivi e prefestivi, salvo i casi di particolare necessità preventivamente riconosciuti dalla D.L., che potrà autorizzare anche l'immissione del traffico sulla corsia eventualmente libera della carreggiata interessata dai lavori.

In questo caso è permesso all'Impresa, quando non sia possibile altra migliore sistemazione, di mantenere in loco i mezzi di lavoro sistemandoli opportunamente lungo la corsia di emergenza. Essi dovranno essere raggruppati lontano dalle curve e dalle stazioni di testa, possibilmente in zone illuminate disponendo sempre nel senso di marcia, prima la finitrice, poi le altre macchine e per ultimo i rulli compressori.

Nei casi di ritenuta convenienza agli effetti di facilitazione del traffico (lavori prolungati su una carreggiata o che interessino tratti in salita), saranno realizzati ulteriori scambi di carreggiata a carattere permanente o provvisorio, da compensare all'Impresa con i prezzi fissati in elenco.

Inoltre l'apertura dei singoli cantieri di lavoro è subordinata all'approvazione della D.L. competente che deve coordinare l'esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto con quella di eventuali altri lavori manutentori nello stesso tratto autostradale, sulla base dei programmi di lavoro presentati dall'Impresa.

L'Impresa sarà in ogni caso responsabile e tenuta a rifondere i danni risentiti dalla Società appaltante o da terzi in dipendenza della esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto; in particolare l'Impresa è responsabile dell'esatto adempimento delle disposizioni riguardanti la segnalazione, la custodia e la guardiania dei cantieri sia diurna che notturna.

In caso di necessità la D.LL. potrà ordinare materiali di segnalazione (cartelli, cavalletti, coni, lampade, ecc.) aggiuntivi a quelli già prescritti nelle Norme di sicurezza, anch'essi rispondenti alle norme vigenti. Tale onere sarà a carico dell'Impresa.

## PARTE VI QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

### Articolo 22 - CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI.

Con riferimento a quanto stabilito nel precedente articolo i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti in seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatta, di volta in volta, in base a giudizio della Direzione Lavori la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengono da produttori di provata capacità e serietà.

- 1) Terre in argine: la terra per la formazione di rilevati dovrà di norma essere compresa fra il tipo A7-5 della classifica C.N.R.-U.N.I. 10006, con contenuto minimo di sabbia del 15% e il tipo A4 della stessa classifica, con un contenuto massimo di sabbia del 50%, completamente priva della presenza di terre organiche e di residui vegetali.
- Eventuali miscele di tipo diverso dovranno essere preventivamente autorizzate dalla D.L.-
- La terra da porre in argine dovrà comunque offrire ampie garanzie di omogeneità, impermeabilità e resistenza meccanica.
- 
- 
- 2) Acqua: dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e dovrà comunque rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n° 1086 (D.M. 16.6.1976 e successivi aggiornamenti).
- 
- 3) Leganti idraulici - Calci aeree e pozzolane: dovranno corrispondere ai requisiti della legge 26.5.1965 n° 595; del D.M. 14.1.1966 modificate con D.M. 3.6.1968; D.M. 31 agosto 1972 delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico" edizione 1952.
- I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione. Il loro impiego nella preparazione di malta e conglomerato dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole di arte. La calce grassa dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui apprezzabili dovuti a parti non decarburate, silienose od altrimenti inerti.
- 
- La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra, sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati. L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i

migliori sistemi conosciuti ed a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di murature. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno tre mesi prima dell'impiego. La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; per la misurazione sia a peso sia a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

- 4) Ghiaia - Ghiaietto - Pietrischi - Sabbia per opere murarie: (da impiegarsi nella formazione di conglomerati escluse le pavimentazioni) dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle "Norme per il calcestruzzo preconfezionato" UNI 7163-72.

- Si precisa inoltre che essi dovranno provenire esclusivamente dalla frantumazione naturale ed artificiale delle seguenti rocce:

- a) - di origine ignea - graniti, quarzi, gabri, basalti,

- b) - di origine sedimentaria - calcari, quarziti, silici.

- In particolare i calcari alla analisi chimica dovranno denunciare un residuo insoluto di origine argillosa inferiore al 2%.-

- Fermo restando le prescrizioni granulometriche, le pezzature massime dovranno sempre avere le dimensioni maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato è destinato: di norma però non si dovrà superare il diametro massimo di 5 cm se si tratti di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti e simili; di 4 cm se si tratta di getti per volti; di 3 se si tratta di conglomerati cementizi armati e di 2 cm se si tratta di cappe e di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, coperture, rivestimenti, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle norme citate nel seguente punto d.

- 5) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbia - Additivi per pavimentazione: si prescrive che i materiali debbano corrispondere ai requisiti stabiliti nelle Norme di accettazione del CNR fascicolo n° 4 ediz. 1953 e circolare n° 532 del 17.2.1954 del Ministero LL.PP., si precisa che i materiali litoidi ad elementi approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, ottenuti per frantumazione di pietrame o ciottoli, costituiscono gli aggregati grossi che, a seconda delle diramazioni, si classificano come pietrisco, pietrischetto, graniglia.

- A frantumazione avvenuta, rispetto ai crivelli UNI 2334, essi debbono essere: per il pietrisco passanti a quello di 71 mm e trattenuti da quello di 25 mm; per il pietrischetto passanti a quello di 25 e trattenuti da quello da 10 mm; per la graniglia normale, ottenuta anche la frantumazione di ghiaia, passanti al crivello da 10 mm e trattenuti da quello di 5 mm; per la graniglia minuta passanti a 5 mm e trattenuti da 3 mm.

- Di norma si adopereranno pezzature come le seguenti:

- Pietrisco 40/71, ovvero 40/60 se ordinato, per costruzione di massicciate cilindrate all'acqua;

- Pietrisco 25/40 (od eccezionalmente 15/30, granulometria non unificata) per costituzione di carichi di massicciate e per materiale di costipamento delle massicciate (mezzanello);

- Pietrischetto 15/25 per ricarichi di massicciate e conglomerati bituminosi;

- Pietrischetto 10/15 per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e per pietrischetti bitumati;

- Graniglia normale 5/10 per trattamenti superficiali tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;

- Graniglia minuta 3/5 di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei Lavori, per trattamenti superficiali tale pezzatura di graniglia sarà invece usata per i conglomerati bituminosi ove richiesto.

- Dovrà comunque provenire da rocce durissime ed essere assolutamente esente da polvere.

- In luogo della graniglia, e con le stesse pezzature, ovvero del pietrischetto 10/15, ove non vi siano rocce idonee di elevata durezza, potranno usarsi ghiaio (3/5 e 5/10) ovvero ghiaietto 40/45.

- Solo per i conglomerati bituminosi di tipo chiuso si useranno aggregati fini costituiti da sabbie e additivi; le sabbie saranno passanti quasi interamente al setaccio 2 UNI 2334 e trattenute da quello 0.075 UNI 2332 con tolleranza di una percentuale max del 10% di rimanente sullo staccio 2 e non più del 5% di passante allo staccio 0.075 UNI 2332 con una tolleranza di 15% di materiale rimanente sopra

tale staccio, ma passante allo staccio 0.18 UNI 2332, mentre almeno il 50% del materiale deve avere dimensioni inferiori a 0.05 mm.

- 
- Nelle forniture di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale un peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purchè per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o siano non oltre il 10% inferiore al limite minimo della pezzatura fissata.
- In tutti gli aggregati grossi gli elementi dovranno avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nei vari sensi, non dovranno essere cioè di forma allungata o appiattita (lamellare): per quelli provenienti da frantumazione di ciottoli e ghiaia dovrà attenersi che non si abbia più una faccia attondata. Per ciascuna pezzatura l'indice dei vuoti non deve superare valore 0.8.-
- 
- 6) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni: dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti delle norme UNI 2710 del giugno 1945 ed eventuali successive modifiche. Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso per decantazione in acqua, superiore al 2%.-
- 
- 7) Terre per la formazione dei rilevati e per gli strati della sovrastruttura: le terre debbono identificarsi mediante la loro granulometria e mediante i limiti di Atterberg che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale la frazione fine di una terra (passante al setaccio 0.42 mm n. 40 ASTM 0.4 UNI 2332) passa dallo stato solido allo stato plastico (limite di plasticità Wp) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità We nonché dall'indice di plasticità (differenza tra i due limiti anzidetti).
- Tali limiti si determinano con le modalità di prova descritte nelle norme CNR-UNI 10014.
- Ai fini della classificazione e dell'impiego nei rilevati o negli strati di sottofondo si farà riferimento alla classifica AASHO adottata dalle norme CNR UNI 10006 di cui alla tabella allegata.
- Per quanto riguarda l'impiego negli strati della sovrastruttura si farà riferimento, salvo più specifiche prescrizioni della Direzione Lavori, alle seguenti caratteristiche:
- 
- a) strati di fondazione in miscela granulometrica: ghiaia (o pietrisco), sabbia, argilla; la miscela dovrà essere interamente passante al setaccio da 75 mm ed essere passante almeno per il 50% al setaccio da 10 mm dal 25 al 50% al setaccio n. 4 ASTM dal 20 al 40 al setaccio n. 10 dal 10 al 25% al setaccio n. 40 dal 3 al 10% al setaccio n. 200.
- 
- L'indice di plasticità dovrà essere nullo, il limite di liquidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40.
- 
- Inoltre l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 8. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentono di ricavare materialmente poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova. Deval si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 180.
- 
- b) strati di base in miscela granulometrica: ghiaia (pietrisco), sabbia argilla, la miscela dovrà essere completamente passante al setaccio da 25 mm ed essere passante almeno per il 65% al setaccio da 10 mm dal 55 all'85%, al setaccio n. 4 ASTM dal 40 al 50% al setaccio n. 10 dal 25 al 45%, al setaccio n. 40 dal 10 al 25% al setaccio n. 200.
- 
- L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 4, il limite di liquidità non deve superare 35 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM non dovrà superare i due terzi della frazione passante al setaccio n. 40.
- Inoltre l'aggregato grosso deve essere costituito da elementi non friabili, aventi un coefficiente Deval non inferiore a 10. Se si tratta di ghiaia le cui dimensioni non consentano di ricavare materiale poliedrico di dimensioni sufficienti per eseguire la prova Deval si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione che non dovrà essere maggiore di 160.
- Le caratteristiche meccaniche delle miscele dovranno essere controllate con la prova CBR (Norme CNR UNI 10009).



- Il materiale costipato alla densità massima AASHTO modificata e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, dovrà possedere un CNR maggiore di 30 per gli strati di fondazione e maggiore di 60 per gli strati di base.
- Dopo l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti in volume superiori allo 0.5%.
- Per tutte le prove si farà comunquiferimento alle vigenti norme CNR; i controlli saranno eseguiti su richiesta della Direzione Lavori nel laboratorio da campo di cui al comma 17 dell'art. 20.
- 
- 8) Detrito di cava e tout-venant di cava o di frantoio: quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non plastico) ed avere un potere portante CBR (rapporto portante californiano) di almeno 30 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica ed adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale di vuoti; di norma la dimensione max degli aggregati non dovrà essere superiore ai 71 mm.
- Per gli strati di base si farà uso di materiali lapidei duri tali da assicurare un CBR saturo di almeno 60: la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; la dimensione max degli aggregati non dovrà superare 25 mm.
- 
- 9) Pietrisco per la formazione di massicciate: deve risultare di norma da frantumazione meccanica o a mano di rocce uniformi di struttura e di composizione, resistenti durevoli, prive di parti decomposte o comunque alterate; sono da escludere rocce marmose. Ove la roccia provenga da cave nuove e non accreditate da esperienza specifica di enti pubblici e che per natura e formazione non dia affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione, ed ove necessario per le condizioni climatiche, prove di delività. La resistenza a compressione di provini saturi d'acqua dovrà risultare non inferiore a 1200 kg/cmq.
- Il coefficiente Deval da determinarsi, se necessario, su materiale di cava e in ogni caso sul pietrisco di pezzatura 40/60 approvvigionato a pié d'opera, dovrà risultare non inferiore a 12 per strade con traffici piuttosto intensi e pesanti 10 negli altri casi mentre corrispettivamente il coefficiente I.S.S. minimo dovrà essere 4. Il materiale costituente il pietrisco dovrà avere un sufficiente potere legante da determinarsi a seconda dell'ubicazione della strada e del traffico; in linea di massima da 30 a 60 in zone umide: da 40 a 80 in zone assolate e aride per massicciate di macadam all'acqua potrà risultare conveniente correggere pietrischi a basso potere legante (particolari materiali basaltici e granitici) con pietrisco di chiusura di maggiore potere legante (materiale calcareo).
- 
- Qualora il pietrisco derivi da ciottoli, questi dovranno essere sani, con comprendenti elementi decomposti od alterati dalle azioni atmosferiche od altro. Se trattasi di ciottoli di cava essi dovranno essere vagliati così da non riunire al pietrisco materiale di aggregazione eterogenea troppo fine. Analogamente, se il pietrisco derivi da ghiaie, la Direzione Lavori potrà prescrivere che esse debbano essere preventivamente vagliate, onde escludere in precedenza gli elementi minuti lamellari e le parti sabbiose. Sarà comunque opportuna la determinazione della provvista del materiale originario per escludere di norma i pietrischi provenienti da rocce con porosità superiore al 3%.
- Dovrà, poi per massicciata da proteggere con semplice trattamento superficiale, di norma evitarsi nello strato superficiale l'impiego di pietrisco idrofilo.
- 
- 10) Pietrischetti, graniglie e aggregati fini per trattamenti superficiali, semipenetrazioni e conglomerati bituminosi: le rocce dalla cui frantumazione devono provenire tali aggregati devono essere compatte, uniformi di struttura e di composizione, sane e prive di elementi decomposti od alterati da azioni atmosferiche, preferibilmente idrofobe e particolarmente dure, con assoluta preferenza alle rocce di origine ignea: nelle regioni ove queste manchino sono accettabili i calcari solo se molto compatti e qualora siano sottoposti a prova di frantumazione il coefficiente dovrà essere inferiore a 120 sul trattamento sarà usato per le strade sottoposte a traffico intenso, inferiore a 140 per strade con traffico medio o leggero. Il coefficiente di qualità determinato con la prova normale Deval non potrà essere inferiore a 12. La resistenza all'usura sarà, di norma, al minimo 0.6.-
- 
- I pietrischetti o graniglie (i quali eccezionalmente potranno provenire oltre che da pietre di cava di ciottoli, aventi per altro i requisiti di cui sopra) ed i ghiaini da usare per trattamenti, semipenetrazioni

e conglomerati, non dovranno di norma presentare una idrofilia superiore a quella dei pietrischi; e non dovranno perdere alla prova di decantazione in acqua più dell'1% del proprio peso. In essi dovrà riscontrarsi una buona adesione del legante ai singoli elementi anche in presenza di acqua. Una prova preliminare indicativa da effettuarsi, su pietrisco avvolto a un quantitativo di bitume pari a 70 kg/mc mediante lo sbattimento del detto pietrischetto bitumato in sufficiente quantità d'acqua contenuta in adatto recipiente, deve consentire di apprezzare una notevole stabilità del rivestimento bituminoso.

- Per i trattamenti di irruvidimento si impiegano pietrischetti e graniglie della qualità migliore e più resistente a non idrofili assolutamente.

- Gli elementi della graniglia saranno pressochè poliedrici, con spigoli vivi taglienti. Le graniglie saranno ottenute con appositi granulatori e saranno opportunamente vagliate in modo da essere anche spogliate dei materiali polverulenti provenienti dalle frantumazioni.

- Gli aggregati fini per i conglomerati bituminosi dovranno essere costituiti da sabbie naturali e di frantumazione, dure, vive e lavate aspre al tatto, povere di miche, praticamente esenti da terriccio, argilla od altre materie estranee. La perdita in peso alla prova di decantazione in acqua dovrà non superare il 2 per cento.

- 11) Pietrame: le pietre naturali da impiegarsi nelle murature dovranno rispondere ai requisiti richiesti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 e comunque essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio esenti da piani di sfaldamento senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate. Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

- Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

- 12) Laterizi: i mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature, aderente fortemente alle malte; essere esenti da cristallizzazione di solfati alcalini, scevri di salnitro, non contenere solfati solubili od ossidi alcalini terrosi; ed infine non dovranno essere eccessivamente assorbenti. I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante; quella per volti dovranno avere una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 kg/cmq.

- Gli altri laterizi dovranno avere le stesse caratteristiche generali come provenienza, cottura ecc. dovranno in particolare rispondere a quei requisiti che saranno richiesti all'atto esecutivo e che la Direzione Lavori preciserà. Comunque tutti i laterizi risponderanno alle caratteristiche del R.D. 16 novembre 1939 n° 2233.

- 13) Materiali ferrosi: i materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, tagli e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura ecc.

- a: per i lavori in c.a., essi dovranno soddisfare a tutte le condizioni previste nel D.M. 1 aprile 1983. Per ciascun tipo di acciaio ad aderenza migliorata deve, a cura dell'Impresa esecutrice, essere predetto all'atto della fornitura uno specifico certificato di congruità alle caratteristiche richieste, emesso da uno dei laboratori autorizzati;

- b: per i paletti di recinzione si farà ricorso ad acciai Fe 37 conforme alle tabella UNI 743 5334-64.

- c: le reti e le lamiere stirate per recinzione saranno in acciaio conforme alle tabella UNI 3598 edizione 1954 e modifiche successive.

- d: il filo spinato sarà in acciaio zincato con rottura pari a 65 kg/mmq diametro 2.4 mm con triboli a 4 spine con filo zincato cotto, intervallati di cm 75 disposti in modo da evitare traslazioni o rotazioni rispetto al filo;

- e: acciaio fuso in getti: l'acciaio in getti per cerniere, apparecchi di appoggio fissi o mobili, sarà del tipo Fe G 52 V.R. sia per le piastre che per i rulli e dovranno comunque soddisfare al D.M. 1 aprile 1983;

- 
- f: ghisa: la ghisa dovrà essere di prima qualità, di seconda fusione, facilmente lavorabile con lima o scalpello, di frattura grigia finemente granosa ed omogenea è da escludersi la ghisa fosforosa. La ghisa sferoidale dovrà essere conforme alle norme DIN 1229 classe D;
- 
- g: lamiera ondulata per i manufatti tubolari metallici e per le barriere guardastrada: sarà in acciaio laminato a caldo avente tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 kg/mm<sup>2</sup>, protetta su entrambe le facce, da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento.
- Lo zinco sarà presente, sulla superficie sviluppata di ogni faccia, in misura non inferiore a 300 gr. per mq. Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non coperte dalla zincatura, apparecchiature ecc. Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti ecc. dovranno essere opportunamente zincati.
- 
- h: filo di ferro per gabbioni: dovrà essere a zincatura forte (non meno di 260-300 gr. di Zn per metro quadrato) e tutte le sue caratteristiche e relative prove dovranno essere conformi alle norme della circolare 2078 del 27.8.1962 del Ministero LL.PP.
- 
- Ad ogni modo per tutti i materiali ferrosi l'Impresa è sempre tenuta a presentare alla Direzione Lavori i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevare in cantiere in contraddittorio su richiesta della Direzione Lavori, e secondo quanto prescritto dal D.M. 1 aprile 1983.
- Sarà peraltro sempre in facoltà della Direzione Lavori compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo.
- Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e il materiale presenti evidenti difetti, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio potrà rifiutare in tutto o in parte la partita fornita.
- 
- 14) Legname: i legnami da impiegare in opere stabili o provviste; di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.10.1942, saranno provveduti fra le migliori qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.
- Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente diritti in modo che la congiungente incontri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei 2 diametri.
- Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere piane e senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di un VI° del lato della sezione trasversale.
- I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta;
- 
- 15) Bitumi - Emulsioni bituminose: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", fascicolo n. 3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980;
- 
- 16) Bitumi liquidi o flussati: dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.
- 
- a: polveri di roccia asfaltica.
- Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6 e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all'1%.
- Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III). Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le

polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

- 
- Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, UNI 2332.
- Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).
- Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. del 1956.
- 

b: olii asfaltici

- Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare, e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

- Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0.50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- 
- 
- 1) olii del tipo A (invernale) per polveri abruzzesi:
  - viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 33°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30-45°C;
  - 
  -
- 2) olii del tipo A (invernale) per polveri siciliane:
  - viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%, punto di rammollimento alla palla e anello 55-70°C;
  - 
  -
- 3) olii del tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità
  - Engler a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35-50°C;
  - 
  -
- 4) olii del tipo B (estivo) per polveri siciliane: viscosità
  - Engler a 50°C al massimo 15%, distillato sino a 230°C al massimo il 5%, residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55-70°C.
  -
- Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purchè di caratteristiche analoghe a quelle soprariportate.
- In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.
- 

17) Pietrame: il pietrame da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi metallici potrà essere indifferentemente pietrame di cava o ciottoli purchè abbia una composizione compatta, sufficientemente dura, di elevato peso specifico, e sia di natura non geliva. Sarà escluso il pietrame alterabile all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto. Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R. - Ed. 1954 - e nella "Tabella UNI 2719 - Ed.1945" e successiva normativa.

- 18) Materiali ferrosi - gabbioni e materassi metallici: i gabbioni, sia a scatola che a sacco ed i materassi a tasche dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura, come previsto dalla circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27.8.1962. La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

- Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e dimensioni scelti dalla Direzione dei Lavori fra quelli di uso corrente. Il filo da impiegarsi nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e potrà avere un diametro inferiore a quello costituente la rete stessa di 1 o 2 numeri della scala francese, purchè esso non risulti inferiore a 2.20 mm per i gabbioni e 2.00 mm per i materassi metallici.

-

- Prima della messa in opera dei gabbioni e dei materassi metallici e per ogni partita ricevuta in cantiere l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia, rilasciata dalla Ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma della circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27.8.1962. La D.L. procederà quindi al prelievo di campioni ed ai collaudi della zincatura sia dei fili della rete che del filo per le cuciture secondo le norme previste dalla succitata circolare.

-

- 19) Tubazioni

-

Tutte le tubazioni di qualsiasi tipo e materiale impiegato dovranno corrispondere alle rispettive norme ufficialmente riconosciute ed in particolare secondo quanto segue. Le tubazioni in calcestruzzo armato ottenute con centrifugazione del conglomerato sono regolamentate dalla norme DIN 4053 e dalle ASTM C 76. Le tubazioni in cemento amianto costruite con un impasto di malta e fibre di amianto sono regolamentate dalle norme UNI 5341. Le tubazioni in gres ceramico ottenute per estrusione e stampo di una miscela composta da argilla (50%), silice (30%) e feldspato (20%) e sottoposte a trattamenti termici di cottura e vetrificazione, sono regolamentate dalle norme ASTM C 13 e C 100 e dalle ASSOGRES 01. Le tubazioni in acciaio sono regolamentate dalle norme UNI 6363/84 e dalla circolare del Ministero dei LL.PP. n.2136 del 05.05.1966. Le tubazioni in ghisa sferoidale sono regolamentate dalle norme UNI - ISO 2531. Le tubazioni in resina poliestere rinforzate con fibre di vetro (P.R.F.V.) sono ottenute per avvolgimento su mandrino in più strati di fibre di vetro con resina poliestere ad alto peso molecolare del tipo isoftalico, bisfenolico e vinilestere. Sono regolamentate dalle norme UNIPLAST 336 e 337. Le tubazioni in poliestere ad alta densità (P.E.A.D.) prodotte per estrusione a caldo del polietilene, che è una resina termoplastica ottenuta per polimerizzazione diretta dell'etilene, sono regolamentate dalle norme UNI 7611-7612-7613-7615-7616. Le tubazioni in cloruro di polivinile (P.V.C.) ottenute per estrusione del P.V.C. sono regolamentate dalle norme UNI 7441/75 - 7472/75 - 7444/75 - 7447/75 - 7448/75 e 7449/75. Tutte le tubazioni dovranno avere i requisiti prescritti per quanto riguarda la forma, dimensioni e tenuta dei giunti, non presentare sbavature, lesioni o difetti di sorta.

La Direzione Lavori al fine di garantire la idoneità perfetta della fornitura delle tubazioni si riserva di verificare che:

- le Ditte fornitrici e produttrici siano in possesso dei requisiti necessari in ordine alla tecnica di produzione ed alla loro solida consistenza economica e che comunque siano comprese nell'elenco delle Ditte di fiducia a livello nazionale;

- le Ditte produttrici siano in grado di fornire tutti i parametri che permettano di definire il comportamento dei materiali (spessori, resistenza, moduli elastici, rigidità, ecc.) ai fini di una corretta progettazione;

- che le Ditte produttrici dispongano nel proprio stabilimento di laboratori chimici e meccanici dotati di tutti i macchinari, attrezzature e strumenti necessari per l'esecuzione delle prove di collaudo ed accettazione dei materiali.

Il rivestimento interno per le tubazioni fognanti in calcestruzzo dovrà essere costruito da un sistema sintetico liquido bi-componente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti, fillerizzato ad ottenere sufficiente tixotropia e resistenza all'usura. La rispondenza del sistema a quanto sopra esposto verrà verificata con le seguenti modalità di riscontro:

- Determinazione della densità dopo maturazione completa (7 gg.  $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  ed umidità relativa del  $65\% \pm 5\%$ ). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di:  $1,6 \pm 0,1 \text{ Kg/dmc}$ .

- Determinazione del residuo secco (secondo norma UNICHIM numero 79/1969 ove si modifichi in questa il valore della temperatura di prova che passerà dai  $160^{\circ}\text{C}$  ai richiesti  $120^{\circ}\text{C}$ ). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un residuo in peso maggiore del 98%.

- Determinazione di resistenza all'abrasione (mediante apparecchiatura TABER MODEL 503 ABRASER con impiego di mole tipo CS 10 con peso sovrapposto di 500 gr. per una durata del test di 500 giri). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di TABER INDEX 200 inferiore, o al massimo eguale a 85.

- Determinazione del carico unitario di rottura per urto (mediante caduta di sfera con impiego di apparecchiatura ERICHSEB tipo 304). L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica della rottura per un valore di  $0,3 \pm 0,05$  Kgm. (supporto in calcestruzzo delle dimensioni 100 x 100 x 30 mm., confezionato con cemento 425 dosato a 350 Kg/mc.).

- Determinazione di assorbimento d'acqua (secondo normative UNI 4292). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore inferiore allo 0,2 in peso.

La rispondenza del prodotto ai requisiti sopraesposti costituirà garanzia per la sua resistenza alle specifiche aggressioni chimiche proprie di una condotta mista. Ciò nonostante il prodotto dovrà superare, in questo campo, tutte quelle ragionevoli prove che verranno di volta in volta concordate con la D.L. Il sistema così definito dovrà essere applicato a spruzzo sulla superficie interna di tubazioni, di qualsiasi diametro commercialmente in uso ricoprendola per uno spessore minimo di 600 micron. La spruzzatura del prodotto dovrà essere preceduta da una accurata pulizia del supporto.

- 20) Prove dei materiali:

- a) Studi preliminari di qualificazione L'Appaltatore per poter impiegare i vari tipi di materiali prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire preventivamente al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un Laboratorio ufficiale relativo ai valori caratteristici richiesti.

- I certificati, in rapporto ai dosaggi e composizioni proposti, dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, cave, stabilimenti gestiti da terzi; essi dovranno essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

- b) Prove di controllo in fase esecutiva

- L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

- In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite a spese dell'impresa, di norma, presso Laboratorio ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

- Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione di sigilli e firme del personale preposto dal Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione in locali idonei.

- I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

## PARTE VII NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

### Articolo 23 – TRACCIAMENTI

Prima di iniziare i lavori di sterro e di riporto l'appaltatore dovrà controllare i profili e sezioni ricevute all'atto della consegna e completare la picchettazione del lavoro in modo che risultino chiaramente indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla inclinazione delle scarpate.

Poichè ai lavori in terra sono connesse opere murarie l'appaltatore dovrà procedere al tracciamento di queste ultime secondo i piani che gli verranno consegnati, con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Per quanto riguarda i capisaldi di livellazione l'appaltatore dovrà fare riferimento a quelli esistenti o posti in sito, a suo tempo, dall'ente appaltante.

L'appaltatore ha l'obbligo di riferire alla direzione lavori eventuali discordanze riscontrate fra i capisaldi: nessun compenso potrà pretendere l'appaltatore per la rettifica di lavori che, a causa di discordanze, non

risultassero secondo progetto, essendo suo onere preciso la verifica, prima di dare inizio a qualsiasi lavoro, di detti capisaldi mediante una livellazione di controllo.

#### **Articolo 24 - SCAVI, REINTERRI E DEMOLIZIONI.**

Gli scavi, tanto all'aperto quanto in galleria, dovranno essere solidamente armati e sbadacchiati ed essere condotti con tutte le cautele suggerite dalle regole dell'arte, in modo da impedire franamenti e da garantire l'incolumità degli operai addetti ai lavori nonché la stabilità degli edifici vicini e dei vari manufatti del sottosuolo.

L'Impresa sarà tenuta responsabile della stabilità delle armature e dovrà rinnovare e sostituire quelle che si ritenessero deboli; inoltre dovrà provvedere, senza esigere compenso alcuno, alle sbadacchiature ed alle puntellazioni dello scavo esistente, ove necessario.

Tutti i danni che eventualmente subiranno per cedimento dello scavo od altro i fabbricati comunali, consorziali o privati vicini, saranno a carico dell'appaltatore.

La ditta dovrà provvedere, a sua cura e spese, allo smaltimento, anche con mezzi meccanici, di tutte le acque di qualsiasi provenienza che potranno raccogliersi nello scavo, ad esclusione di quelle di falda per il cui abbassamento sarà impiegato impianto di drenaggio tipo Wellpoint.

Sono comprese negli oneri del contratto tutte le opere di qualsiasi entità che eventualmente fossero necessarie per convogliare, da monte a valle, le acque delle immissioni, come pur quelle di pioggia.

Sono inoltre compresi gli oneri per maggiori puntellazioni eventualmente occorrenti per la ristrettezza stradale e la presenza dei fabbricati fiancheggianti.

L'Impresa dovrà particolarmente curare che negli scavi in genere l'imbonimento sia eseguito, con i materiali prescritti dalla Direzione Lavori, a perfetta regola d'arte ed in modo da evitare avvallamenti nella zona soprastante.

Il riempimento dello scavo sarà da eseguirsi con cautela, in maniera da caricare gradatamente ed uniformemente la muratura ed i manufatti; onde evitare lesioni, sfiancature ed altri danni, si farà quindi per cordoli alti cm. 30 circa ciascuno, battendo energicamente la terra con appositi costipatori meccanici a scoppio o ad aria compressa ed innaffiando con acqua abbondante.

In corrispondenza dei terreni già coltivati o che potranno essere coltivati, anche provvisoriamente, l'Impresa dovrà usare particolare cura nello scavo in modo da conservare a parte il terreno vegetale di superficie per reimpiegarlo poi nel rinterro nella parte superiore per uno spessore almeno di mt. 1,00.

Comunque l'Impresa dovrà in questo caso, accordarsi preventivamente con la proprietà, onde soddisfare in pieno le giuste esigenze di questa.

L'onere per le operazioni di cui sopra è compreso nei prezzi d'appalto, ed in ciò è pure compreso l'onere di successivi rinterri nel periodo di garanzia, da effettuarsi in seguito all'assestamento del terreno di riempimento.

Tutte le materie provenienti dallo scavo, che non potranno essere usate per il rinterro o per le formazioni dei rilevati stradali, dovranno essere portate alla discarica e l'onere è a carico dell'Impresa.

Rimane stabilito che il rinterro deve essere eseguito solo dopo il preventivo assenso della Direzione dei Lavori che ne fisserà anche il livello fino al quale si potrà effettuare.

I riempimenti con materiali occorrenti per i ripristini stradali, che verranno ordinati dalla Direzione dei Lavori, saranno pagati a parte.

Qualora le materie provenienti dagli scavi in genere siano riutilizzate per tombamenti e rinterri, dovranno essere accumulate in deposito provvisorio accettato dal Direttore dei lavori, per essere riprese a tempo opportuno, detto onere sarà ricompensato con il relativo articolo dell'elenco prezzi "Materiale dell'Amministrazione" del presente Capitolato Speciale.

In ogni caso le materie accumulate in deposito provvisorio non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche e private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

Il materiale di scarto che per queste ragioni non potesse trovare impiego per il rinterro in sito, dovrà essere portato alla discarica e l'onere sarà a carico dell'Impresa.

La Direzione Lavori potrà all'occorrenza e a suo insindacabile giudizio, ordinare il rinterro del vano fino al piano stradale, lasciando ancora in posto l'ultimo quadro dell'armatura.

L'Impresa potrà recuperare l'armatura stessa, con i mezzi che riterrà più idonei, quando sarà costipato sufficientemente il terreno e previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Di tutti gli oneri di cui sopra si è tenuto conto nello stabilire i prezzi unitari del contratto.

La demolizione di eventuali murature di qualsiasi natura dovrà essere eseguita con la massima cura in modo da non danneggiare né spendere i materiali, intendendo responsabile l'Impresa dei danni arrecati per incuria del personale.

#### **Articolo 25 - MALTE.**

La dosatura delle malte è fissata nell'elenco dei prezzi secondo il tipo da impiegarsi e, qualora dovesse per qualsiasi ragione essere variata, ciò verrà fatto con appositi ordini di servizio della Direzione Lavori.

L'appaltatore dovrà uniformarsi alle prescrizioni, salvo il suo diritto alla conseguente variazione di prezzo della malta, in base ai prezzi elementari di tariffa.

Il miscuglio dei materiali dovrà essere di norma eseguito con impastatrice meccanica e solo in casi eccezionali, previa autorizzazione della Direzione Lavori, potrà essere fatto a braccia d'uomo.

In ogni caso dovrà sempre avvenire su aie pavimentate in legno o in laterizio e la manipolazione dei componenti, se fatta a braccia, dovrà farsi a secco, con almeno due rivolimenti, proseguendo poi con la minima quantità d'acqua possibile e spingendola fino a che non si sia ottenuto un impasto omogeneo che non presenti all'occhio alcuna separazione dei materiali.

La malta di cemento dovrà impastarsi nel quantitativo strettamente necessario per essere impiegata entro due ore dall'impasto ed è tassativamente vietato il rimpasto di un miscuglio avanzato con impasto fresco.

#### **Articolo 26 - CONGLOMERATO DI CEMENTO.**

Per i conglomerati cementizi si dovranno osservare sempre le relative norme di Legge in vigore.

In particolare si stabilisce che la dosatura dei conglomerati è quella che risulta dalle singole voci di tariffa e circa le eventuali variazioni nelle proporzioni degli elementi costruttivi, vale l'osservazione fatta per le malte.

L'impasto dovrà essere eseguito con impastatrice meccanica e solo eccezionalmente e dietro autorizzazione della Direzione Lavori, potrà essere fatto a braccia d'uomo.

Esso dovrà farsi sempre su aia pavimentata come per la malta.

Il quantitativo di conglomerato dovrà di regola essere tale da poter essere impiegato al massimo entro un'ora dalla confezione.

Il conglomerato di cemento, per fondazione di manufatti e platee di condotti, dovrà essere posto in opera negli scavi perfettamente asciutti, profilati e puliti, a strati non superiori a cm. 25.

Il conglomerato cementizio per eventuali getti di cemento armato, nelle proporzioni fissate dalla Direzione Lavori e dall'elenco dei prezzi, dovrà essere collocato in opera immediatamente dopo la preparazione.

Tutti i getti di conglomerato cementizio dovranno essere costipati meccanicamente a mezzo di vibratori pneumatici od elettrici, in modo da ottenere una compattezza perfetta.

#### **Articolo 27 - MURATURA DI MATTONI RETTA O CURVA.**

Nell'esecuzione della muratura i mattoni nuovi dovranno essere impiegati saturi d'acqua e rivestiti di malta in tutte le facce di combaciamento; dovranno essere poi compressi sufficientemente in modo che le connessure risultino ben riempite di malta, lo spessore di questa non deve risultare mai superiore a mm. 6 se si tratta di muro retto e a mm. 8 di muro curvo (archi a volta).

Per la costruzione delle volte si potranno usare alcuni mattoni sagomati nella proporzione che verrà stabilita dalla Direzione Lavori.

Rimane stabilito che nella costruzione della volta stessa si procederà gradatamente dai due fianchi verso la sommità in modo da evitare sfiancamenti, chiudendo sempre la volta in giornata.

Nella costruzione di muri i filari dovranno essere perfettamente orizzontali ed i giunti sfalsati.

Il disarmo della volta non dovrà avvenire che in seguito ad esplicita autorizzazione della Direzione Lavori.

#### **Articolo 28 - INTONACI, RINZAFFI E STUCCATURA.**

Le malte da usarsi per tali lavori dovranno avere la dosatura prescritta dalle voci dell'elenco prezzi oppure quella che verrà indicata dalla Direzione Lavori.

Nell'esecuzione della stuccatura le connessure dovranno essere prima aperte quindi riempite diligentemente con malta, comprimendola, previa la necessaria bagnatura del muro.

Nell'esecuzione dei rinzaffi e rabbocature, si dovranno bagnare abbondantemente le pareti, poi si avrà cura di coprire perfettamente la superficie da proteggere in modo che risulti piana ed omogenea.

Nell'esecuzione degli intonaci sarà usata la massima cura nel riempimento delle connessure e dei vuoti, previa pulitura e bagnatura della superficie procurando che la superficie intonacata risulti perfettamente piana e liscia, completamente ricoperta dalla malta e con gli spigoli vivi e rettilinei.

Ove richiesto l'intonaco sarà lisciato a ferro previa abbondante spolveratura di cemento puro.

#### **Articolo 29 - CASSERI E CASSEFORME.**

I casseri, le casseforme e le centinature eventualmente necessari dovranno essere costituiti, con ogni cura e secondo le sagome stabilite, da legname perfettamente stagionato e dovranno presentare la necessaria rigidità e resistenza per impedire la deformazione laterale ed i cedimenti.

L'armatura di sostegno dovrà essere costruita con ogni cura in modo da impedire lo spostamento dei casseri.

L'onere delle casseforme, delle centinature e delle armature di sostegno è a carico dell'Impresa ed è già compensato nel prezzo del lavoro.



### **Articolo 30 - TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO CENTRIFUGATO O VIBROCOMPRESSO - TUBAZIONI IN GRES CERAMICO - TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO - TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN GHISA SFEROIDALE E TUBAZIONI IN CONGLOMERATO POLIMERICO**

Art. n° 30 A - Tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o vibrocompresso.

Le tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o turbocentrifugato dovranno essere costruite con calcestruzzo di cemento del tipo ferrico-pozzolatico dosato con almeno qli 3.50 per ogni metro cubo d'inerte.

Le tubazioni in calcestruzzo vibrocompresso armati ad alta resistenza, sezione circolare con giunto a bicchiere dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla IV classe di resistenza della normativa CTE/ICITE/CNR.-

L'impasto cementizio dovrà contenere un additivo superfluidificante esente da cloruri nella proporzione di kg 1 per ogni qle di cemento utilizzato. La granulometria degli inerti dovrà essere conforme alla curva di Bolomey.

L'armatura sarà eseguita con tondini in acciaio cerchiante e longitudinale, rispondenti alle prescrizioni della norma DIN 4035.

I giunti delle tubazioni saranno a bicchiere con guarnizioni in gomma neoprene della durezza di 50/60 Shore a perfetta tenuta e delle caratteristiche precisate nei disegni di progetto.

Le tubazioni poggeranno su adeguata sella in calcestruzzo di classe 200 armata con rete elettrosaldata delle dimensioni previste nei disegni di progetto con angolo al centro non inferiore a 120°.

La lunghezza dei singoli tubi potrà variare da un minimo di ml 2.00 ad un massimo di ml 3.60.-

Le tubazioni dovranno essere ben stagionate, levigate e perfettamente rettilinee, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevre da screpolature e dovranno essere conformi alle norme DIN 4032 e al D.M. 12.12.85 tab. 1°.-

La formazione delle livellette per la posa delle tubazioni, dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser.

Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4, dei "criteri, metodologie, e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere b), d), e), della legge 10 maggio 1976, n° 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Se richieste e su giudizio insindacabile della D.L., l'Impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione dei condotti redatte da un Istituto di ricerca autorizzato a tale scopo.

Prescrizioni tecniche per i tubi in cemento armato

I tubi in cemento armato dovranno rispondere in tutto alle seguenti tassative disposizioni: in particolare per potersi definire "armato" un tubo in calcestruzzo deve avere due serie di ferri disposti come segue:

- a) cerchi saldati disposti ad intervalli regolari o eliche;
- b) generatrici, barre diritte, continue o saldate, lunghe quanto il tubo e disposte ad intervalli regolari.

#### **CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

- a) Processo di fabbricazione dei tubi

I tubi dovranno essere fabbricati in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti; a tal fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

I getti saranno tolti dalle forme solo quando il conglomerato sia in grado di superare agevolmente le sollecitazioni conseguenti.

La stagionatura potrà avvenire entro vasche di acqua a temperatura non inferiore a 10°C per un periodo di tempo non inferiore a 6 giorni, oppure specie per i tubi di grande diametro, sistemati in posizione verticale, con continua aspersione d'acqua.

Ovvero si potrà adottare il trattamento a vapore. L'impianto di stagionatura dovrà essere attrezzato in modo da garantire il costante rispetto del trattamento programmato.

#### b) Marchi

Su ciascun tubo dovranno essere marcati in modo indelebile i seguenti dati:

- nome del fabbricante o marchio di fabbrica;
- sigla dell'Ente Appaltante;
- data della produzione del tubo;
- diametro nominale.

#### c) Inerti, cemento, acqua

Gli inerti dovranno essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate.

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, almeno di tre granulometrie (per es. da 0 a 3 mm, da 3 a 7 mm e sopra i 7 mm) con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a 1/4 dello spessore del tubo e comunque non maggiore di 15 mm.

La loro composizione granulometrica dovrà essere tale, cioè da consentire la massima compattezza del getto.

L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa e dosata in modo da ottenersi un impasto piuttosto asciutto e comunque con un rapporto acqua-cemento non superiore a 0.35.

#### d) Armature metalliche

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia spirale e collegati longitudinali in numero e diametro sufficiente per costituire una robusta gabbia, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione ed atta a conferire al tubo la necessaria resistenza.

Il numero, i diametri e le posizioni delle spire sarà definito dai calcoli statici in funzione dei carichi e le sollecitazioni che le tubazioni dovranno subire.

La distanza dai cerchi dovrà essere regolare con interspazio massimo di 15 cm oppure spirali ad elica continua a passo regolare non superiore ai 15 cm.

I ferri di armatura dovranno avere un ricoprimento minimo di 3 cm collocando, preferibilmente, i ferri dell'armatura longitudinale all'interno delle armature trasversali.

Le gabbie di armatura potranno essere anche costituite da reti di tondini aventi maglie quadrangolari.

Nei tubi armati con reti il processo di costruzione dovrà essere studiato con speciale cura e con riferimento a provata esperienza del fabbricante.

Tutte le gabbie d'armatura, comunque confezionate, dovranno presentare alle estremità un anello continuo, chiuso su se stesso e posto su un piano ortogonale all'asse della gabbia.

Sulla posizione delle armature è ammessa una tolleranza di circa 0.5 cm, purchè sia sempre assicurato il copriferro minimo di cm 3.

Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature deve essere conforme alle vigenti norme per l'esecuzione delle opere in cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle norme stesse.

#### e) Impasti - lavorazione - requisiti di calcestruzzo

Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione: il cemento sarà misurato in peso, gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso od in volume, le ceneri volanti in peso come pure gli additivi.

Il rapporto acqua-cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.

Il mescolamento dell'impasto verrà fatto con la macchina di tipo appropriato per un tempo non inferiore a 3 minuti primi.

La qualità del conglomerato si dovrà controllare sistematicamente su provini appositamente preparati con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni.

Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici, spigolo cm 10 e 4 travetti parallelepipedi, dimensioni 10x10x40 cm; i provini verranno confezionati con lo stesso impasto dei tubi curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua-cemento ottenuto nei manufatti e stagionati naturalmente in sabbia umida.

I cubi verranno rotti a schiacciamento ed i travetti a flessione, sotto momento costante, deducendone la sollecitazione unitaria di rottura nell'ipotesi di asse neutro centrale e conservazione delle sezioni piane; le prove di rottura verranno eseguite a 7 giorni ed a 28 giorni di stagionatura.

Sono prescritti i seguenti limiti per le resistenze in kg/cmq; determinate come media dei tre risultati migliori:

- resistenza unitaria a compressione	7 giorni	275
	28 giorni	400
- resistenza unitaria a flessione semplice	7 giorni	40
	28 giorni	55

#### f) Giunti

Per i tubi secondo le presenti norme è tassativamente prescritto l'impiego di giunti a bicchiere, con materiale di tenuta costituito da un anello di gomma neoprene.

Il disegno del giunto e le dimensioni saranno quelle previste nei disegni di progetto.

L'anello di tenuta in gomma neoprene dovrà avere una durezza Shore 50/60, il suo tasso di compressione, tenuto conto delle massime possibili tolleranze dimensionali delle superfici, nei due sensi, e della massima possibile eccentricità di posa tra i tubi adiacenti, resterà compreso tra il 30% ed il 70%.

Le superficie dei tubi devono essere perfettamente lisce, prive di asperità, irregolarità, incisioni e simili difetti: a tal fine è consentito un ritocco delle superfici stesse, purchè localizzato, sporadico, ed eseguito con materiali di provata efficacia; è inoltre prescritto che le prove di impermeabilità e di rotturasiano eseguite con attrezzature che consentono di collaudare anche la tenuta e la resistenza del giunto.

## COLLAUDI

Le prove di collaudo a schiacciamento verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo del committente.

L'Impresa dovrà perciò disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove stesse.

Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni verranno scelti dal committente tra quelli già forniti a piè d'opera. Essi dovranno essere dati gratuitamente fino a tre campioni per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi.

Le prove di collaudo, oltre che nella verifica delle dimensioni consisteranno:

a - Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, secondo quanto previsto nel Decreto 12.12.1985 "Norme Tecniche relative alle tubazioni". Se tali prove non danno esito favorevole la D.L. avrà la facoltà di far eseguire, a cura e spese dell'Appaltatore, espezioni televisive della tratta interessata.

b - Prove di assorbimento su spezzone

Per ciascun diametro delle tubazioni verranno ricavati provini nel numero che la D.L. riterrà opportuni aventi area superficiale compresa tra 100 e 150 cmq, spessore come quello della parete del tubo.

Si curerà di lisciare le superfici di taglio e che i provini siano esenti da qualsiasi traccia di fessurazione.

Essi saranno essiccati a temperatura non superiore ai 100°C e saranno da considerarsi secchi quando due pesate successive a distanza di due ore diano una variazione di peso inferiore allo 0.1%.

Successivamente i provini, dopo essere stati pesati, verranno immersi in adatto recipiente pieno di acqua distillata o piovana; l'acqua sarà portata in ebollizione e mantenuta a 100° C per 5 ore, dopo di che i provini saranno lentamente raffreddati in acqua fino ad una temperatura compresa tra i 15° e 20°C.

I provini saranno quindi estratti, lasciati alla aria per non più di un minuto primo, asciugati superficialmente con un canovaccio ed immediatamente pesati.

L'incremento di peso del provino tra lo stato secco e quello subito dopo la bollitura, espresso in percentuale del peso allo stato secco, non deve superare 1.8%.

c - Prove di rottura per schiacciamento

La prova può essere eseguita su un tubo intero ovvero su un tronco cilindrico dello stesso, lungo non meno di 1 m.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

- 1) carico di fessurazione;
- 2) carico di rottura.

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0.25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più capace di sopportare un ulteriore carico.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiore ai limiti espressi in kg per metro di tubo:

- carico di fessurazione: 65 x DN
- carico di rottura : 97.5 x DN con DN espresso in centimetri.

Il provino deve essere provato con il metodo delle tre generatrici con un dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario per compiere le osservazioni volute.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti in legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere dritti e saldamente fissati su una base rigida.

La distanza tra i due travetti dovrà essere pari a 1/12 del diametro interno del tubo.

Prima di appoggiare il provino, si potrà rettificare la superficie di appoggio con uno straterello di malta dello spessore non superiore a 25 mm.

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15x15 cm e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

Si può anche superiormente applicare uno strato di malta analogo a quello inferiore ed anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino, espressa in kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè:

$$R = \frac{\text{carico di prova}}{\text{lunghezza utile}}$$

La larghezza delle fessure è misurata con la lamiera metallica della forma e dimensioni indicate dalla D.L.-

Essa dovrà penetrare liberamente per almeno 15/10 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

d - Prove di resistenza all'abrasione ed all'aggressività chimica

Le prove verranno effettuate in conformità alle norme DIN n. 1045 e DIN n. 4030 e comunque le tubazioni dovranno essere esenti dall'aggressività da acque aventi la seguenti caratteristiche chimiche:

- solfati 2000 mg/lit
- cloruri 3500 mg/lit
- conducibilità 11000 n 5/cm
- COD 300 mg/lit
- NT 200 mg/lit
- O<sub>2</sub> privo

e - Motivi di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:

- 1) perchè non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle Prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
- 2) per esito negativo delle prove di accertamento;
- 3) per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o mancanza di tenuta dei giunti;
- 4) per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una giunzione a regola d'arte.

In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che nel caso non provvedesse

tempestivamente, l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione Appaltante dalla inadempienza del contratto.

#### f - Posa in opera delle tubazioni

Le tubazioni dovranno essere messe in opera con l'aiuto di un apparecchio autocentrante, atto a consentire il perfetto inserimento del giunto secondo quanto previsto dalle normative vigenti.

#### Art. n° 30 B - Tubazioni in gres ceramico

I tubi e gli elementi complementari e relativi sistemi di giunzioni di gres dovranno essere conformi alla normativa EN 295/1-2-3 e dalle norme UNI 29002 e 150 4633.-

La posa, le prove ed i collaudi dovranno essere conformi alle prescrizioni della normativa EN 295 e per quanto riguarda questi ultimi, essi dovranno essere eseguiti alla presenza della D.L.-

#### Art. n° 30 C- Manufatti prefabbricati

##### A) Tubazioni

Dovranno corrispondere come dimensioni, forma e caratteristiche ai "tipi" allegati al presente "Capitolato" con marcazione della data di fabbricazione.

Saranno costruite in conglomerato cementizio turbovibrocentrifugato, avente i seguenti dosaggi di cemento pozzolanico o di alto forno "tipo 425" per metro cubo di miscuglio secco di inerti (costituito da sabbia e ghiaietto, vagliati e lavati, con adatta composizione granulometrica), e dovranno essere idonei a sopportare carichi di 1° Categoria ed essere accompagnati da calcoli statici forniti dalla ditta costruttrice. Il cemento utilizzato potrà essere del tipo ed alta resistenza ai solfati se esplicitamente prescritto in Elenco Prezzi.

Per le armature metalliche valgono le stesse disposizioni dei conglomerati cementizi in ordine alla fornitura dei calcoli statici.

I tubi in conglomerato cementizio saranno confezionati secondo le norme vigenti (DIN 4032) ed ai requisiti previsti nella classe IV di resistenza, della normativa CTE/ICITE/CNR.-

Saranno eseguiti a perfetta regola d'arte, gettati nelle forme apposite ed accuratamente pressati a mano o meccanicamente ed avranno lunghezza comprese tra i ml. 1.00 e 3.00.-

Il tubo non dovrà avere ghiaietto affiorante sia nella parte interna che in quella esterna.

Il gargame sarà eseguito con impasto speciale di sola sabbia e cemento nelle seguenti proporzioni:

cemento tipo 325 o 425	ql.	5.00
sabbia	mc	1.00

I tubi dovranno avere una stagionatura di almeno giorni 30 (trenta); dovranno essere perfettamente calibrati, con gargami esattamente profilati e pareti perfettamente lisce ed esenti da scabrosità e sbavature.

##### B) Pozzetti

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle dalla 1° alla V° della Guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, le loro giunzioni e gli innesti dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2 lettere b), d), e) della legge 10 maggio 1976 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, compresi gli oneri per il trasporto, carico, scarico, movimentazione,

collegamento delle tubazioni, controlli idraulici di tenuta senza impiego di sigillanti o stuccature nel numero che la Direzione lavori deciderà a sua discrezione.

#### Art. n° 30 D - Rivestimenti

a) Rivestimento in resina: il rivestimento interno per le tubazioni fognanti in calcestruzzo e per i manufatti dovrà essere costruito con un sistema sintetico liquido bicomponente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura amminio-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti, fillerizzato ad ottenere tixotropia e resistenza all'usura.

La rispondenza del sistema a quanto sopra esposto verrà verificata con le seguenti modalità di riscontro:

- determinazione della densità dopo maturazione completa (7 giorni a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidità relativa del  $65 \pm 5\%$ ).

L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di  $(1.6 \pm 0.1 \text{ kg/dm}^3)$ :

- determinazione del punto Martens (secondo norme UNIPLAST - UNI 4281 ottobre 1959 con apparecchiatura Heat resistance Tester Type Martens).

L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ .

- determinazione del residuo secco (secondo norma UNICHIM n° 79/1969 ove si modifichi in questa il valore della temperatura di prova che passerà dai  $160^\circ\text{C}$  descritti ai richiesti  $120^\circ\text{C}$ .)

L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un residuo in peso, maggiore del 98%:

- determinazione della tixotropia (mediante misura di viscosità a  $60^\circ\text{C}$  con tazza Ford 4).

L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica della sua tixotropia:

- determinazione dell'adesione su calcestruzzo (secondo normative del Laboratorio Centrades Ponts et Chaussées "Mesure dell'aderence de Chapes ed film mince sur support en beton").

L'accettazione del prodotto sarà legata al verificarsi di rotture coesive del supporto (cemento 425 dosato a  $350 \text{ kg/m}^3$ ).

- determinazione di resistenza all'abrasione (mediante apparecchiatura TABER MODEL 503 ABRASER con impiego di molo CS 10 con peso sovrapposto di 500 gr per una durata del test di 500 giri).

L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di TEBER INDEX 200 inferiore, o al massimo uguale a 85.

- determinazione del carico unitario di rottura per urto (mediante caduta di sfera con impiego di apparecchiatura ERCHSEN tipo 304).

L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica di rottura per un valore di  $0.3 + 0.05 \text{ kgm}$  (supporto in calcestruzzo delle dimensioni di  $100 \times 100 \times 30 \text{ cm}$ , confezionato con cemento 425 dosato a  $350 \text{ kg/m}^3$ ).

- determinazione di assorbimento d'acqua (secondo normativa UNI 4292).

L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore inferiore allo 0.2% in peso.

Il sistema così definito dovrà essere applicato a spruzzo sulla superficie interna ed esterna di tubazioni, ricoprendola per uno spessore minimo di 300 micron. La spruzzatura del prodotto dovrà essere preceduta da un'accurata pulizia del supporto.

Tutti gli altri materiali non specificati: dovranno essere di prima qualità, e comunque di gradimento della Direzione Lavori.

Questa si riserva il diritto di esigere dall'Assuntore tutti i documenti atti ad accertare in modo sicuro la provenienza dei materiali. Potrà pure prelevare campioni dei materiali depositati in cantiere ed anche già collocati in opera per sottoporli a prove atte a verificare le caratteristiche dei materiali stessi, le prove saranno eseguite dal Laboratorio Sperimentale della Scuola di Ingegneria locale o di altro Istituto ufficialmente riconosciuto e le relative spese saranno sostenute dall'Assuntore dei Lavori.

b) Verniciatura: si prevede che tutte le tubazioni in acciaio dell'impianto di depurazione, fuoriterza o immerse in acqua e la carpenteria metallica siano zincate a caldo ove non diversamente specificato.

Per le apparecchiature elettromeccaniche ove non diversamente specificato si prevede quanto segue:

- Sabbatura SA2;
- 1 ripresa zincante epox a freddo;
- 2 ripresa di vernice epossidica (addizionata con resine acriliche o poliuretaniche) più n. 1 ripresa finale ad ultimazione lavori in cantiere.

Art. n° 30 E - Tubazioni e pezzi speciali in acciaio e in ghisa sferoidale

a) Tubazioni e pezzi speciali in acciaio: hanno valore le norme UNI 6363-84 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori.

b) Tubazioni, raccordi e pezzi speciali in ghisa sferoidale: hanno valore le norme UNI-ISO 2531-81.

La giunzione delle tubazioni sarà con giunto elastico automatico rapido secondo le norme UNI 9163 o meccanico Express secondo le norme UNI 9164.

c) Tubazioni in acciaio, a bicchiere, a flangia od a manicotto: i tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, vetroflex e catrame dello spessore di mm 4.

Eseguite le prove di tenuta, si provvederà alla bitumazione e rivestimento dei tubi in corrispondenza ai giunti ed alla copertura con doppio strato di vetroflex e bitume del tratto privo di tale protezione, nonché di qualunque altra porzione che fosse rimasta scoperta, riparando altresì con la più scrupolosa diligenza qualunque guasto dell'involucro di rivestimento e seguendo le seguenti prescrizioni:

- pulizia della superficie metallica da terra, fango, untuosità, ruggine, scorie di saldatura; tale operazione può essere efficacemente eseguita con spazzole metalliche, stracci, eventuali solventi; essa sarà eseguita in modo da poter applicare il rivestimento che ricopre la superficie nuda e riprendere il lembo estremo di quello esistente, realizzando così la continuità di tutto il rivestimento;

- sulla superficie resa preventivamente pulita ed asciutta si applicheranno uno o più mani di vernice bituminosa (questa vernice è facilmente ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume ossidato e 55 parti di toluolo); a questa viene affidato il compito di assicurare l'aderenza del successivo rivestimento alla superficie metallica; aderenza che per essere assicurata richiede un completo essiccamento della vernice;

- applicazione di uno strato di bitume fuso: questo dovrà avere uno spessore non inferiore a 2 mm., essere continuo su tutta la sua estensione ed estendersi in modo da andare a sovrapporsi alla parte estrema del rivestimento preesistente; l'applicazione del bitume potrà essere eseguita in uno o più tempi, lasciando raffreddare lo strato precedente e ciò fino ad avere raggiunto almeno lo spessore sopradetto; per l'applicazione del bitume, specialmente nella parte inferiore del tubo, ci si potrà aiutare con pennello o spatola o battuffolo di tessuto di vetroflex legato ad un bastoncino, in modo da assicurare l'applicazione dello strato voluto di 2 - 3 mm. circa di spessore su tutta la superficie del tubo da rivestire;

- controllo della continuità dello spessore di bitume con "rivelatore di scintilla" e provvedere alla riparazione dei difetti rilevati;

- applicazione a caldo di due o più fasciature di nastro di tessuto di vetroflex abbondantemente imbevuto di bitume fuso; queste fasciature verranno avvolte in modo da realizzare una efficace protezione meccanica del sottostante strato di bitume e dovranno ricoprire anche le zone terminali del rivestimento adiacente alla superficie da rivestire; l'avvolgimento di nastro di vetroflex verrà eseguito esercitando una certa trazione in modo da assicurare la sua aderenza al sottostante bitume ed evitare nel modo più assoluto che si formino sacche e vuoti;

- detto rivestimento verrà applicato in modo che esso abbia uno spessore possibilmente pari a quello applicato sui tubi in fabbrica;



- si dovrà porre la massima attenzione onde evitare che nel rivestimento abbiano a risultare incorporate sostanze estranee (terra, fango, umidità, erba, ecc.);
- se si tratta di riparare lesioni subite dal rivestimento non è necessario asportare le parti bituminose della lesione, ma sarà sufficiente eseguire il procedimento sopra descritto agendo direttamente sulla zona lesionata, previa sua pulizia; se la lesione è limitata di estensione rispetto alla circonferenza del tubo è sufficiente ripararla localmente applicando dei fazzoletti di tessuto di vetroflex senza fasciare tutta la circonferenza del tubo;
- quando si tratta di rivestire superfici irregolari (flange, corpi di saracinesche, ecc.) è opportuno abbondare nello strato di bitume e nelle fasciature cercando di realizzare, per quanto possibile, ancora un rivestimento continuo e ben aderente alla superficie metallica. In questi casi si può usare la tecnica di colare bitume entro una scatola che contiene l'organo da isolare (la scatola viene poi staccata ed usata nuovamente).

Il collegamento dei tubi a bicchiere cilindrico o sferico dovrà essere eseguito innestando ad incastro l'estremo maschio di un tubo nel bicchiere dell'altro fino a completo rifiuto.

In particolare si prescrive che:

- la saldatura deve essere eseguita da personale di provata capacità, specializzato in lavori del genere e provvisto di tutte le attrezzature necessarie;
- le estremità da saldare devono venire predisposte in modo appropriato e comunque liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo perfettamente nudo;
- lo spessore del cordone di saldature deve essere di regola non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso (con freccia variante fra 1 - 2 mm.) senza soluzione di continuità;
- la sezione dei cordoni deve essere uniforme e la loro superficie esterna regolare, di larghezza costante senza porosità ed altri difetti apparenti;
- i cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente col metallo base lungo tutta la superficie di ogni passata, prima di eseguire quella successiva, deve essere ben pulita e liberata dalle scorie mediante martellamento ed accurata spazzolatura;
- gli elettrodi debbono essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo di apporto depositato deve risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base;

La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto.

Le saldature di testa potranno essere effettuate solo con tubi non ovalizzati. Per tubi e flangia si adatteranno guarnizioni esclusivamente di tela gommata con spessore di mm 3 in un solo pezzo ed in un solo strato. Le flange dei tubi, gli spessori, i fori ed i bulloni dovranno tutti essere rispondenti alle vigenti norme UNI per le pressioni prescritte.

I tubi filettati a manicotto saranno posti in opera secondo le prescrizioni precedenti, avendo cura di non determinare la zincatura od il rivestimento e di non ovalizzare il tubo.

Nelle giunzioni la filettatura dovrà coprire un tratto pari a circa il diametro esterno del tubo; quale materiale di guarnizione si impiegherà stoppa di canapa spalmata con mastice di minio.

Per i pezzi speciali in acciaio valgono le stesse norme e prescrizioni riportate per le tubazioni.

b) Tubazioni in ghisa sferoidale: le tubazioni in ghisa saranno costituite da elementi in ghisa sferoidale con rivestimento interno in cemento centrifugato, con gli spessori indicati nelle norme UNI-ISO 2531 - 81.

Le giunzioni fra tubo e tubo saranno eseguite con giunto elastico rapido, con guarnizioni in gomma.

Le operazioni di carico e scarico devono essere effettuate sollevando i tubi dalla parte centrale per mezzo di "braghe" o "tenaglie" rivestite e se dalle estremità per mezzo di ganci ricoperti in gomma per non danneggiare il rivestimento cementizio interno.

Per il trasporto dovranno essere realizzati degli appoggi ben curati e stabili, collocando gli appositi intercalari in legno sia sul piano di carico che fra i vari strati di tubi.

Le tubazioni verranno accatastate con unico orientamento e poggeranno su due intercalari in legno situati a circa 1 m dalle due estremità.

L'altezza delle pile e quindi il numero degli strati dovrà essere in funzione inversa del diametro dei tubi stessi (ad esempio  $\phi$  600 massimo numero strati 5,  $\phi$  400 numero massimo strati 7).

Le guarnizioni in gomma fornite a corredo dei tubi e dei raccordi devono essere immagazzinate in locali al riparo dei raggi solari diretti e dovranno essere conservate nelle condizioni originali di forma evitando ogni tipo di deformazione.

Le tubazioni verranno trasportate a piè d'opera lungo il tracciato della condotta e depositate lungo i margini della trincea di scavo.

E' vietato lo sfilamento effettuato mediante trascinamento dei tubi sul terreno.

La larghezza dello scavo dovrà avere un margine di 20-30 cm ai due lati dei tubi (ad esempio  $\phi$  500-600  $\Rightarrow$  ml 20).

La profondità di posa dei tubi non potrà essere inferiore a m 1 dalla generatrice superiore dello stesso ed il tubo sarà posto su letto in terra sciolta o sabbia dello spessore di 10 cm in corrispondenza della generatrice inferiore del tubo.

Il reinterro dovrà essere costipato ai lati del tubo fino alla sua generatrice superiore e per strati di 20-30 cm per tutta l'altezza della trincea; l'altezza massima di copertura potrà raggiungere 10 volte il DN della tubazione.

Nel montaggio dei tubi si dovrà eseguire una accurata preparazione del piano di posa in funzione delle livellette di progetto ed il fondo dello scavo non dovrà presentare irregolarità.

Durante il calo dei tubi si dovranno evitare urti violenti contro il fondo e le pareti dello scavo; procedendo al montaggio tenendo il bicchiere rivolto verso la direzione di posa della condotta, che dovrà essere accuratamente pulito con spazzola d'acciaio e pennello eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni altra traccia di terra o di altro materiale estraneo.

Sarà necessario inoltre lubrificare con apposita pasta fornita a corredo dei tubi la sede della guarnizione, onde formare guarnizioni con le labbra rivolte verso l'interno del tubo, curando che l'intradosso sia perfettamente circolare e non presenti rigonfiamenti lubrificando la superficie interna conica come per la sede.

Nella giunzione delle tubazioni si dovrà aver cura di imboccare le estremità lisce del tubo e controllare il centramento prima di impiegare l'apparecchio da trazione, al fine di far coincidere la linea di fede con il piano frontale del bicchiere.

Per i raccordi e i pezzi speciali si dovrà provvedere alla escavazione di una nicchia di ampiezza tale da consentire l'avvitamento dei bulloni nella parte inferiore del giunto.

L'estremità liscia del tubo andrà imboccata verificando il centramento dei tubi contigui ed il grado di penetrazione che coincida con il piano frontale del bicchiere.

Sarà fatta scorrere la guarnizione sulla canna sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere curando che la superficie frontale della guarnizione risulti ben assestata su tutta la circonferenza; far scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza, sistemare quindi i bulloni ed avvitare i dadi sino a portarli a contatto della controflangia, serrare quindi progressivamente i dadi per passate successive.

Art.30/F Tubazioni e pezzi speciali in acciaio e in ghisa sferoidale

a) Tubazioni e pezzi speciali in acciaio: hanno valore le norme UNI 6363-84 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori.

- b) Tubazioni, raccordi e pezzi speciali in ghisa sferoidale:  
hanno valore le norme UNI-ISO 2531-81.

La giunzione delle tubazioni sarà con giunto elastico automatico rapido secondo le norme UNI 9163 o meccanico Express secondo le norme UNI 9164.-

- a) Tubazioni in acciaio, a bicchieri, a flange od a manicotto

I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, VII° vetroflex a catrame dello spessore di mm 4.-

Eseguite con prove di tenuta, si provvederà alla bitumazione e rivestimento dei tubi in corrispondenza ai giunti ed alla copertura con doppio strato di vetroflex e bitume del tratto privo di tale protezione, nonché di qualunque altra porzione che fosse rimasta scoperta, riparando altresì con la più scrupolosa diligenza qualunque guasto dell'involucro di rivestimento e seguendo le seguenti prescrizioni:

- pulizia della superficie metallica da terra, foango, untuosità, ruggine, scorie di saldatura; tale operazione può essere efficacemente eseguita con spazzole metalliche, stracci, eventuali solventi; essa sarà eseguita da poter applicare il rivestimento che ricopre la superficie nuda e riprendere il lembo estremo di quello esistente, realizzando così la continuità di tutto il rivestimento;

- sulla superficie resa preventivamente pulita ed asciugata si applicheranno uno o più mani di vernice bituminosa (questa vernice è facilmente ottenibile sciogliendo 45 parti di bitume ossidato e 55 parti di toluo); a questa viene affidato il compito di assicurare l'aderenza del successivo rivestimento alla superficie metallica: aderenza che per essere assicurata richiede un completo essiccamento delle vernici;

- applicazione di uno strato di bitume fuso: questo dovrà avere uno spessore non inferiore a 2 mm., essere continuo su tutta la sua estensione ed estendersi in modo da andare a sovrapporsi alla parte estrema del rivestimento preesistente; l'applicazione del bitume potrà essere eseguita in uno o più tempi, lasciando raffreddare lo strato precedente e ciò fino ad avere raggiunto almeno lo spessore sopradetto; per l'applicazione del bitume, specialmente nella parte inferiore del tubo, ci si potrà aiutare con pannello o spatola o battuffolo di tessuto di vetroflex legato ad un bastoncino, in modo da assicurare l'applicazione dello strato voluto di 2-3 mm. circa di spessore su tutta la superficie del tubo da rivestire;

- controllo della continuità dello spessore di bitume con "rilevatore di scintilla" e provvedere alla riparazione dei difetti rilevati;

- applicazione a caldo di due o più fasciature di nastro di tessuto di vetroflex abbondantemente imbevuto di bitume fuso;

queste fasciature verranno avvolte in modo da realizzare una efficace protezione meccanica del sottostante strato di bitume e dovranno ricoprire anche le zone terminali del rivestimento adiacente alla superficie da rivestire; l'avvolgimento di nastro di vetroflex verrà eseguito esercitando una certa trazione in modo da assicurare la sua aderenza al sottostante bitume ed evitare nel modo più assoluto che si formino sacche e vuoti;

- detto rivestimento verrà applicato in modo che esso abbia uno spessore possibilmente pari a quello applicato sui tubi in fabbrica;

- si dovrà porre la massima attenzione onde evitare che nel rivestimento abbiano a risultare incorporate sostanze estranee (terra, fango, umidità, erba, ecc.)

- se si tratta di riparare lesioni subite dal rivestimento non è necessario apportare le parti bituminose della lesione, ma sarà sufficiente eseguire il procedimento sopra descritto agendo direttamente sulla zona lesionata, previa sua pulizia; se la lesione è limitata di estensione rispetto alla circonferenza del tubo è sufficiente ripararla localmente applicando dei fazzoletti di tessuto di vetroflex senza fasciare tutta la circonferenza del tubo;

- quando si tratta di rivestire superfici irregolari (flange, corpi di saracinesche, ecc.) è opportuno abbondare nello strato possibile, ancora un rivestimento continuo e ben aderente alla superficie metallica. In questi casi si può usare la tecnica di colare bitume entro una scatola che contiene l'organo da isolare (la scatola viene poi staccata ed usata nuovamente).

Il collegamento dei tubi a bicchiere cilindrico o sferico dovrà essere eseguito innestando ad incastro l'estremo maschio di un tubo bicchiere dell'altro fino a completo rifiuto.

In particolare si prescrive che:

- la saldatura deve essere seguita da personale di provata capacità, specializzato in lavori del genere e provvisto di tutte le attrezzature necessarie;
- le estremità da saldare devono venire predisposte in modo appropriato e comunque liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo perfettamente nudo;
- lo spessore del cordone di saldatura deve essere di regola non inferiore a quello del tubo e presentare un profilo convesso (con freccia variante fra 1-2 mm.) senza soluzione di continuità;
- la sezione dei cordoni deve essere uniforme e la loro superficie esterna regolare, di larghezza costante senza porosità ed altri difetti apparenti;
- i cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente col martello base lungo tutta la superficie d'unione; la superficie di ogni passata, prima di eseguire quelle successive, deve essere ben pulita e liberata dalle scorie mediante martellamento ed accurata spazzolatura;
- gli elettrodi debbono essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il martello di apporto depositato deve risultare di caratteristiche metalliche il più possibile analoghe a quelle del metallo base;

La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto.

La saldatura di testa potranno essere effettuate solo con tubi non ovalizzati. Per tubi a flangia si adotteranno guarnizioni esclusivamente di tela gommata con spessore di mm 3 in un solo pezzo ed in un solo strato, le flange dei tubi, gli spessori, i fori ed i bulloni dovranno tutti essere rispondenti alle vigenti norme UNI per le pressioni prescritte.

I tubi filettati a manicotto saranno posti in opera secondo le prescrizioni precedenti, avendo cura di non determinare la zincatura od il rivestimento e di non ovalizzare il tubo.

Nelle giunzioni la filettatura dovrà coprire un tratto pari a circa il diametro esterno del tubo; quale materiale di guarnizione si impegnerà stoppa di canapa spalmata con mastice di minio.

Per i pezzi speciali in acciaio valgono le stesse norme e prescrizioni riportate per le tubazioni.

b) Tubazioni in ghisa sferoidale- le tubazioni in ghisa saranno costituite da elementi in ghisa sferoidale con rivestimento interno in cemento centrifugato, con gli spessori indicati nelle norme UNI-ISO 2531-81.-

Le giunzioni, fra tubo e tubo saranno eseguite con giunto elastico rapido, con guarnizioni in gomma.

Le operazioni di carico e scarico devono essere effettuate sollevando i tubi dalla parte centrale per mezzo di "braghe" o ricoperti in gomma per non danneggiare il rivestimento cementizio interno.

Per il trasporto dovranno essere realizzati degli appoggi ben curati e stabili, collocando gli appositi intercalari in legno sia sul piano di carico che fra i vari strati di tubi.

Le tubazioni verranno accatastate con unico orientamento e poggeranno su due intercalari in legno situati a circa 1 m dalle due estremità.

L'altezza delle pile e quindi il numero degli strati dovrà essere in funzione inversa del diametro dei tubi (ad esempio Ø 600 massimo numero strati 5, Ø 400 numero massimo strati 7).-

Le guarnizioni in gomma fornite a corredo dei tubi e dei raccordi devono essere immagazzinate in locali al riparo dei raggi solari diretti e dovranno essere conservate nelle condizioni originali di forma evitando ogni tipo di deformazione.

Le tubazioni verranno trasportate a piè d'opera lungo il tracciato della condotta e depositate lungo i margini della trincea di scavo.

E' vietato lo sfilamento mediante trascinamento dei tubi sul terreno.

La larghezza dello scavo dovrà avere un margine di 20-30 cm ai due lati dei tubi (ad esempio  $\varnothing$  500-600 l= ml.20).-

La profondità di posa dei tubi non potrà essere inferiore a m 1 dalla generatrice superiore dello stesso ed il tubo sarà posto su letto in terra sciolta o sabbia dello spessore di 10 cm in corrispondenza della generatrice inferiore del tubo.

Il reinterro dovrà essere costipato ai lati del tubo fino alla sua generatrice superiore e per strati di 20-30 cm per tutta l'altezza della trincea; l'altezza massima di copertura potrà raggiungere 10 volte il DN della tubazione.

Nel montaggio dei tubi si dovrà eseguire una accurata preparazione del piano di posa in funzione delle livellette di progetto ed il fondo dello scavo non dovrà presentare irregolarità.

Durante il calo dei tubi si dovranno evitare urti violenti contro il fondo e le pareti dello scavo; procedendo al montaggio tenendo il bicchiere rivolto verso la direzione di posa della condotta, che dovrà essere accuratamente pulito con spazzola d'acciaio e pennello eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni altra traccia o di altro materiale estraneo.

Sarà necessario inoltre lubrificare con apposita pasta fornita a corredo dei tubi la sede della guarnizione, onde formare un leggero velo lubrificante, prima dell'inserimento delle guarnizioni con le labbra rivolte l'interno del tubo, curando che l'intradosso sia perfettamente circolare e non presenti rigonfiamenti la superficie interna conica come per la sede.

Nella giunzione delle tubazioni si dovrà aver cura di imboccare le estremità lisce del tubo e controllare il centramento prima di impiegare l'apparecchio da trazione, al fine di far coincidere la linea di fede con il piano frontale del bicchiere.

Per i raccordi e i pezzi speciali si dovrà provvedere alla escavazione di una nicchia di ampiezza tale da consentire l'avviamento dei bulloni nella parte inferiore del giunto.

L'estremità liscia del tubo andrà imboccata verificando il centramento dei tubi contigui ed il grado di penetrazione che coincida con il piano frontale del bicchiere.

Sarà fatta scorrere la guarnizione sulla canna sistemandola nella sua sede all'interno del bicchiere all'interno del bicchiere curando che la superficie frontale della guarnizione risulti bene assestata su tutta la circonferenza; far scorrere la controflangia sulla canna fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza, sistemare quindi i bulloni ed avvitare i dadi sino a portarli contatto della controflangia, serrare quindi progressivamente i dadi per passate successive.

Art. n° 30/G - Tubazioni in calcestruzzo polimerico

## 1 - Caratteristiche

### 1.1 - Struttura delle pareti delle tubazioni

Le pareti delle tubazioni fognarie in conglomerato polimerico dovranno presentare una struttura monolitica.

La parete del tubo dovrà essere prodotta in un conglomerato polimerico additivato con opportuno filler (percentuale: 90+/- 0.5% sul peso) secondo la DIN 4226 Parte 1, edizione Aprile 1983, Tabella 1 con diametro massimo dei grani di 16 mm (il grado di irregolarità  $U=d_{60}/d_{10}$  non viene fissato, ma dovrà essere determinato nel quadro del collaudo originale e successivamente mantenuto) e con un legante in resina reattiva con caratteristiche di stampaggio del materiale conformi alla DIN 16 946 Parte 2, edizione Marzo 1989, almeno del tipo 1130.

## 1.2 - Struttura delle pareti degli elementi di giunzione

Gli elementi di giunzione dei giunti incorporati nel bicchiere dovranno essere composti da resina poliestere rinforzata con fibre di vetro. A questo scopo si dovrà impiegare una resina poliestere insatura (resina UP) almeno del tipo 1130 secondo DIN 16 946 Parte 2, edizione Marzo 1989, e stoppino di vetro da Parte 1, edizione Aprile 1987. Tenore di vetro, peso per unità di superficie del vetro e struttura del laminato dovranno corrispondere ai dati dell'attestato di verifica n° 32 0447 9 91-02, Tabella 2, del 21 Gennaio 1992.

## 1.3 - Misure

Gli elementi della tubazione dovranno essere di lunghezza 3 m. e di spessore tale da sopportare le sollecitazioni indotte dalla spinta nelle tratte previste in progetto, che indicativamente non dovrà essere inferiore a 150 mm.

Il valore dello spessore dei tubi dovrà essere giustificato in una apposita relazione di calcolo.

## 1.4 - Qualità

I tubi e i giunti a bicchiere devono essere della stessa qualità e non devono presentare danni o punti che possano pregiudicare l'idoneità all'impiego. Sulla superficie interna dei tubi non devono trovarsi fibre di vetro libere.

## 1.5 - Rettilineità

La deviazione  $f$  di una linea esterna del rivestimento di un tubo rispetto alla retta non deve superare i valori indicati dalla Tabella 1.

<b>Tabella 1</b>	<b>Tolleranza di rettilineità</b>
<b>Larghezza nominale DN</b>	<b><math>f</math> in mm per mm di lunghezza del tubo</b>
600-900	7
1000-1600	5

## 1.6 - Superficie frontale

Le superfici frontali dei tubi devono essere piane e perpendicolari all'asse del tubo. Si devono rispettare le misure limite indicate nella tabella 2.

<b>Tabella 2</b>	<b>Tolleranza di ortogonalità rispetto all'asse del tubo</b>
<b>Larghezza nominale</b>	<b>in mm</b>
600-900	4.5
da 800 a 1600	8

## 1.7 - Scabrezza della parete

La naturale rugosità  $k$  della parete interna del tubo non deve superare 0.1 mm. Non si tengono in considerazione eventuali piccole irregolarità localizzate provocate dal procedimento di costruzione e che non impediscono l'impiego dei tubi.

### 1.8 - Comportamento termico

I tubi e i giunti devono essere idonei per acque di fogna alla temperatura di +35°C a una temperatura ambiente di +10°C. Coefficiente di dilatazione termica =  $16 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ .

### 1.9 - Resistenza alle aggressioni chimiche

I tubi e i giunti devono essere resistenti in un ambito che va da pH 1 a pH 10 delle acque di scolo.

### 1.10 - Resistenza all'abrasione

La profondità media am dell'abrasione non deve superare 0.2 mm dopo 100.000 cicli di caricamento.

### 1.11 - Tenuta dei tubi

I tubi in conglomerato polimerico devono essere stagni in modo permanente. Devono essere in grado di sopportare una pressione interna di almeno 2.4 bar per la durata di 15 minuti. Non devono essere presenti perdite, macchie d'umidità o gocce.

### 1.12 - Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche resistenti minime del materiale sono le seguenti:

- Resistenza alla compressione 120 N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza alla flessotorsione 25 N/mm<sup>2</sup>
- Modulo elastico 30 KN/mm<sup>2</sup>

### 1.13 - Limite di fatica ciclica

I tubi per fognatura in calcestruzzo polimerico devono presentare una resistenza sufficiente contro i carichi variabili. Si deve rispettare il valore frattile del 5% I<sub>bz</sub> 5% 26.1 N/mm.

### 1.14 - Elementi di tenuta

Le guarnizioni elastomeriche fisse applicate di fabbrica agli elementi di giunzione devono essere conformi alla DIN 4060, edizione Dicembre 1988.

Le guarnizioni del tipo incorporato nel giunto dovranno avere una protezione in materiale espanso per assicurare la perfetta pulizia del cavo al momento della giunzione e la libertà di deformarsi con l'angolazione richiesta dalle norme, senza provocare il contatto tra calcestruzzo e calcestruzzo.

La gomma dovrà essere sottoposta a controlli di qualità certificati, rispondere alle norme UNI 4920, DIN 4060, EN 681.1 e aver la capacità di resistere almeno due anni di stoccaggio all'aperto senza perdere le seguenti caratteristiche:

- Durezza	40		IRHD	
- Resistenza alla trazione		9		Mpa
- Allungamento	450		%	
- Deformazione permanente				
	72 h/23 C	10	%	
	24 h/70 C	25	%	

La larghezza dell'area di tenuta della guarnizione dovrà garantire il raggiungimento del rapporto 0,75 tra la larghezza della stessa compressa e la distanza tra maschio e femmina.

Le tolleranze dimensionali permesse nella circolarità del maschio e della femmina sono comprese tra il 2 e l'1 per mille della lunghezza del diametro.

I valori intermedi saranno ottenuti interpolando linearmente tra il valore max del diametro di mm. 2000, a cui corrisponde l'uno per mille, e il valore minimo di 300 mm., a cui corrisponde il due per mille.

Tali tolleranze saranno controllate a discrezione della D.L. con appositi calibri da procurarsi a cura e spese dell'appaltatore.

### 1.15 - Contrassegni

Il marchio della ditta fornitrice deve essere applicato almeno una volta sui tubi e sugli elementi di giunzione, in modo da essere facilmente riconoscibile e permanente, unitamente all'anno di fabbricazione, a un contrassegno della ditta e al simbolo del controllo.

## 2 - Prove sulle tubazioni

### 2.1 - Struttura delle pareti delle tubazioni

Per la parete esterna del tubo si deve rilevare la granulometria e determinarne la quota ponderale. Per la resina si deve produrre un certificato del produttore secondo la DIN 50 049, edizione Agosto 1986.

### 2.2 - Struttura delle pareti degli elementi di giunzione

Le prove per la determinazione del tenore di vetro, del peso per unità di superficie del vetro e della struttura del laminato devono corrispondere a quanto stabilito dalla DIN EN 60, edizione Novembre 1977.

### 2.3 - Misure

Le misure sono da verificare mediante misurazioni effettuate sui tubi e sugli elementi di giunzione.

### 2.4 - Qualità

La qualità dei tubi e degli elementi di giunzione deve essere controllata mediante ispezione diretta.

### 2.5 - Rettilineità

La rettilineità dei tubi in calcestruzzo polimerico deve essere controllata mediante idonei strumenti.

### 2.6 - Superficie frontale

Il rispetto dei requisiti di cui al paragrafo 1.6 viene controllato misurando la lunghezza di diverse linee della parete esterna. La differenza tra il valore minimo e massimo è considerata come deviazione della superficie frontale di un tubo rispetto all'angolo retto. Bisogna tuttavia fare attenzione, eventualmente evitandolo mediante idonee misure, che le due estremità presentino la stessa deviazione rispetto all'angolo retto.

### 2.7 - Scabrezza della parete

La naturale rugosità della parete interna del tubo deve essere verificata secondo la DN 19 565 Parte 1, edizione Marzo 1989, Paragrafo 5.8.

### 2.8 - Comportamento termico

Il rispetto dei requisiti di cui al Paragrafo 1.8 deve essere controllato secondo la DIN 53 752, edizione Dicembre 1980.

### 2.9 - Resistenza alle aggressioni chimiche

Il rispetto dei requisiti di cui al paragrafo 1.9 deve essere controllato secondo la DIN 53 769 Parte 5, edizione Aprile 1989. Si devono eseguire le prove in acido solforico con pH 1 e in soda acustica con pH 10.

### 2.10 - Resistenza all'abrasione

La resistenza all'abrasione deve essere verificata secondo la DIN 19 565 Parte 1, edizione Marzo 1989, paragrafo 5.10.

### 2.11 - Tenuta dei tubi

I requisiti del paragrafo 1.11 devono essere controllati mediante prove di impermeabilità sui singoli tubi o elementi di giunzione sulla scorta della DIN EN 295 Parte 3, edizione Novembre 1991, paragrafo 9



unitamente alla DIN 19 565 Parte 1, edizione Marzo 1989, Paragrafo 4.5. In questa prova il valore di adduzione dell'acqua necessario per mantenere una pressione di prova di 2.4 bar riferito alla superficie interna del tubo non superiore 0.051 l/m.

## 2.12 - Portata

Per la verifica della portata sufficiente si devono eseguire prove della resistenza alle pressioni di picco secondo la DIN 53 769 Parte 3, edizione Novembre 1988, con l'impiego delle attrezzature di prova descritte nella DIN EN 295 Parte 3, edizione Novembre 1991, Paragrafo 4.

La durata della prova deve essere di almeno 1000 ore su 10 elementi di una sola larghezza nominale e con spezzoni di tubo della lunghezza di 300 mm. Si devono scegliere i carichi in modo che i tempi di rottura risultino distribuiti il più uniformemente possibile sull'asse temporale logaritmico.

Dalle prove di durata mediante un calcolo a regressione si deve determinare un valore per 50 anni che dà la portata a lungo termine. Il valore delle pressioni di picco a breve termine, diviso per il valore a lungo termine, dà il fattore di riduzione.

## 2.13 - Limite di fatica ciclica

Il rispetto dei requisiti di cui al Paragrafo 1.13 deve essere dimostrato con prove del limite di fatica secondo la DIN EN 295 Parte 3, edizione Novembre 1991, Paragrafo 8.

## 3 - Controlli sulle tubazioni

### 3.1 - Elementi generali

Il produttore deve far controllare la regolarità costante della produzione dei tubi e degli elementi di giunzione secondo la DIN 18 200, edizione Dicembre 1986 da idoneo Istituto Specializzato.

### 3.2 - Controllo interno

Tipo, entità e frequenza delle prove da eseguire nel quadro del controllo interno sui tubi e sugli elementi di giunzione sono fissati nella tabella che segue.

Tabella 4. Controllo interno dei tubi per fognatura

N°	Ogg. della prova o proprietà	Note	Requisiti come da paragrafo	prove sec. Paragrafo	Entità e frequenza
1	Materiali				ogni carica per ogni fornitore
1.1	Sabbia			2.1	“ “
1.2	Resina	Qualità	1.1	2.2	“ “
1.3	Fibre di vetro				“ “
2	Misure		1.3	2.3	sec. arg. lv. p.settim
3	Qualità		1.4	2.4	continuo
4	Rettilinearità		1.5	2.5	secondo la larghezza 1 volta per sett.
5	Superfici frontali		1.6	2.6	“ “

6	Impermeabilità		1.10	2.11	ogni 200 tubi per ogni largh. nominale
7	Portata		1.12	2.12	“ “
8	Contrassegno		1.15	2.14	quotidiano per ogni largh. nominale

Tabella 5. Controllo degli elementi di giunzione

N°	Ogg. della prova o proprietà	Note	Requisiti come da paragrafo	prove sec. Paragrafo	Entità e frequenza
1	Materiali				ogni carica per ogni fornitore
1.1	Resina			2.1	“ “
1.2	Fibre di vetro		1.2		“ “
1.3	Tenore di vetro	% sul peso			secondo la larghezza nominale 1 volta per settimana
1.4	Peso per unità superfic.del vetro				“ “
1.5	Peso delle fibre sfuse	g/m			“ “
1.6	Strato di tessuto				“ “
1.7	Quota di resina	%-peso			“ “
2	Misure		1.3	2.3	quotidiano per ogni larghez. nominale
3	Qualità		1.4	2.4	“ “
4	Contrassegno		1.5	2.14	quotidiano per ogni largh. nominale

#### Art. n° 30/H - Condotte in calcestruzzo polimerico infisse col sistema microtunnel

Gli attraversamenti interrati serviranno per sottopassare fiumi, torrenti, linee ferroviarie, strade con vari sottoservizi ecc.. e potranno intersecare sia ortogonalmente che obliquamente le opere esistenti.

La condotta da infiggere nel terreno sarà costituita da tubazioni in conglomerato polimerico di inerti con curva granulometrica tale da garantire l'assenza di porosità, leganti in resina poliestere reattiva e opportuno attivatore, il tutto nel rispetto delle norme DIN 1045 e 16946 parte 2.

I giunti saranno ricavati interamente nello spessore del tubo, le guarnizioni di tenuta saranno in gomma sintetica conforme alle norme EN 681/I, capace di resistere a 2 anni di stoccaggio all'esterno senza perdere le proprie caratteristiche.

La giunzione sarà eseguita con ghiera in poliestere rinforzato con fibre di vetro realizzata con procedimento ad avvolgimento; il collegamento sarà realizzato previa applicazione sui maschi di lubrificante compatibile con la gomma e interposizione di ripartitore in legno dolce senza nodi.

Le tubazioni saranno infisse con sistema microtunnel senza arrecare nessun disturbo in superficie, fatta eccezione per i pozzetti di testa (perforazione - arrivo) e intermedi (allacci). Il controllo delle pendenze di posa sarà effettuato con sistema laser di comando della testata di perforazione, la quale dovrà essere adatta ad ogni tipo di terreno compresa la roccia tenera o i trovanti di qualsiasi natura non superiori al 30% del diametro della testata.

Tutti gli oneri inerenti e conseguenti all'infissione delle condotte, per maggiore interezza ed univocita', sono riportati negli specifici articoli di Elenco Prezzi annessi al presente Capitolato Speciale d'Appalto, così pure per quanto attiene le camere di perforazione e di arrivo, da eseguirsi in opera e fuori opera o da collocare in opera per autoaffondamento.

Le condotte in opera dovranno rispettare le livellette e gli orientamenti di progetto, con un errore consentito di 1 cm ogni cento metri di condotta.

Per errori superiori a tale tolleranza, verranno addebitati all'impresa gli oneri relativi ai lavori di qualsiasi natura, che, ad insidicabile giudizio della D.L., dovessero essere realizzati per garantire la funzionalità dell'opera come indicato nelle previsioni progettuali.

Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24.11.1984, con D.M. n. 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n. 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia.

Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

Art. n° 30/l - Trattamenti superficiali protettivi: modalità di esecuzione

#### **a) Condizioni ambientali ed atmosferiche**

I lavori di trattamento superficiale protettivi devono essere eseguiti in condizioni normali ed in modo continuativo, così da poter rispettare i tempi di esecuzione stabiliti dal ciclo di pitturazione.

I lavori devono essere eseguiti su superfici perfettamente asciutte (salvo che con l'uso di prodotti speciali).

La temperatura ambiente e quella delle superfici deve essere compresa tra +5°C e +35°C (eccettuati alcuni tipi di prodotti a catalizzatore per i quali è necessario un minimo di temperatura di 15°C).

Lo stato igrometrico non deve superare il 60-70% di u.r.; nessuna applicazione può essere effettuata quando lo stato igrometrico supera il 75% di u.r. (salvo che per l'uso di prodotti speciali), oppure nel caso di presenza di vento con particelle in sospensione, di fumi o di vapori aggressivi o inquinanti.

Qualora le condizioni ambientali ed atmosferiche non rientrino in quelle sopra precisate, i lavori non debbono essere iniziati o debbono essere sospesi.

#### **b) Tecniche di lavorazione: regole generali**

Ogni strato di pittura dovrà essere applicato dopo la essiccazione dello strato precedente e comunque secondo le esigenze degli specifici p.v. impiegati.

Dopo l'applicazione dello strato di finitura, il supporto dovrà presentarsi completamente coperto, di tonalità uniforme, non dovranno essere visibili le riprese o dovranno essere mascherate da spigoli ed angoli. Non dovranno essere visibili colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Per ognuno degli strati (di fondo - intermedio - di finitura), saranno indicati i relativi spessori in micron.

Il controllo degli stessi sarà eseguito con gli appositi strumenti magnetici o ad incisione sullo spessore del ciclo completo. Sarà concessa una tolleranza del  $\pm 10\%$ .

#### **c) Tecniche di preparazione**

##### Pulizia

Particolare cura dovrà essere posta per prevenire la contaminazione dei supporti preparati prima dell'applicazione del primo strato o tra questo e gli strati successivi; tali contaminazioni che potrebbero avvenire da contatti con grumi, polveri, vapori, condense, spruzzi di lavaggio, ecc. devono essere eliminate dal supporto.

Preparazione della superficie e pitturazione dei supporti devono essere programmate in modo che i residui delle pulizie non vadano a cadere su supporti preparati di fresco da pitturare.

Le superfici che non devono essere pitturate dovranno essere adeguatamente protette sia dai residui delle pulizie che da gocciolamenti di pittura.

#### Trattamenti particolari

Nel caso di preparazioni ottenute con prodotti chimici, stucchi o mediante acqua o soluzioni acquose, deve essere lasciato trascorrere un tempo sufficiente tra la preparazione e la successiva pitturazione, in modo da permettere che si completino eventuali azioni chimiche e che la superficie sia asciutta.

#### **d) Tecniche di pitturazione**

I prodotti verniciati possono essere applicati a pennello, rullo, spruzzo con aria, spruzzo senza aria (airless), spruzzo elettrostatico, spruzzo a volume d'aria, a flusso, per immersione.

Quando è necessario procedere all'applicazione della pittura con tempo umido e freddo, il supporto deve essere pitturato in ambiente protetto e chiuso; l'aria circostante ed il supporto devono avere una temperatura soddisfacente.

Ogni pitturazione ancora umida sottoposta a gelo, eccessiva umidità, neve o condensa, deve essere fatta asciugare. Le zone danneggiate devono essere rimosse, le superfici nuovamente preparate e quindi ripitturate con lo stesso numero di strati delle zone non danneggiate.

Ogni strato di pittura sarà applicato nella maggior misura possibile come una pellicola continua ed uniforme. Salvo diverse prescrizioni, il primo strato di pittura dovrà avere uno spessore della pellicola da 25 a 35 micron, ciascuno strato intermedio e di finitura dovrà avere uno spessore della pellicola da 20 a 30 micron. Nessuna zona della pellicola dovrà avere spessori inferiori a quelli prescritti.

Nel caso che gli spessori prescritti non fossero raggiunti, dovrà essere applicato uno o più strati supplementari fino al raggiungimento dello spessore richiesto. Fanno eccezione a queste regole alcune pitture le cui caratteristiche particolari impongono spessori inferiori o superiori a quelli indicati: tali sono, ad esempio, le pitture viniliche, bituminose epossidiche senza solvente e le emulsioni.

Ciascuno strato di pittura deve essere sufficientemente essiccato e polimerizzato prima di ricevere lo strato successivo. Lo strato di pittura sarà considerato pronto per la ricopertura quando lo strato successivo può essere applicato senza che si verifichino alterazioni dello strato sottostante, quali raggrinzimenti, sollevamenti o perdita di aderenza del primo strato.

Quando sono prescritti strati successivi di pittura dello stesso colore, gli strati dovranno essere in tonalità diverse in modo da poter verificare la completa copertura del supporto. Occorre comunque che la differenza delle tinte non pregiudichi l'aspetto finale con eventuali trasparenze.

Gli strati di fondo aventi aspetto lucido contrastano ad una perfetta adesione degli strati successivi, pertanto nel caso di completa essiccazione o polimerizzazione dovranno essere trattati con una leggera carteggiatura o con lavaggio con solvente o con altro idoneo trattamento che non danneggi le prestazioni dello strato.

#### **Articolo 31 - MANUFATTI IN C.A.**

Nell'esecuzione di eventuali opere e manufatti in cemento armato, l'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alle norme vigenti in materia ed in particolare alle prescrizioni contenute nella Legge 5.11.1971 n° 1086 e successivi decreti

Tutti i getti in c.a. dovranno essere vibrati meccanicamente.

Le dimensioni ed i particolari delle varie strutture saranno indicati nei disegni oppure direttamente dal Direttore dei Lavori. Questi indicherà pure la dosatura delle varie parti delle strutture.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'appaltatore i calcoli ed i particolari delle opere in c.a. Egli li

dovrà fornire senza pretendere alcun compenso.

Comunque l'appaltatore dovrà rispondere in ogni caso verso l'Amministrazione Comunale della perfetta riuscita dell'opera.

### Articolo 32 - RIPRISTINO DEL CORPO STRADALE.

Nell'esecuzione dei lavori di ripristino delle parti costituenti il corpo stradale (sottofondazione, fondazione, pavimentazione), si dovranno osservare scrupolosamente le norme e prescrizioni contenute nel Capitolato Speciale per le opere di manutenzione del Comune.

Rimane stabilito che tali lavori di ripristino potranno avere esecuzione solamente quando l'Impresa avrà ottenuto nel costipamento la compattezza primitiva del terreno di tombamento rispettando le esigenze locali del lavoro e del traffico ed osservando sempre le prescrizioni del D.L.

Sia durante il corso dei lavori, che nel periodo di garanzia intercorrente fino al collaudo, l'Impresa dovrà provvedere alle riprese in corrispondenza di eventuali cedimenti del corpo stradale, a qualsiasi causa dovuti eseguendo il lavoro di ripresa secondo le norme e prescrizioni sopracitate.

Dovrà pertanto mantenere il piano stradale in perfetta efficienza, rispondere evidentemente di qualsiasi danno a cose e persone ed assumerne la totale responsabilità civile e penale.

### Articolo 33 - TRATTAMENTO PER STRADE BIANCHE CON EMULSIONE BITUMINOSE

a) Preparazione del sottofondo - Strato di base in granulati di frantoio.

La D.L. disporrà per l'esecuzione delle eventuali opere di bonifica profonda della strada da pavimentare determinando altresì gli spessori di misto granulometrico stabilizzato, in funzione della portanza da raggiungere.

Il misto granulometrico avrà le seguenti caratteristiche: dovrà essere costituito da pietrischi, pietrischetti, graniglie e sabbia tutti provenienti dalla frantumazione meccanica di rocce calcaree.

I suddetti materiali dovranno essere classificati secondo la curva granulometrica seguente:

SETACCIO      percentuale in peso del passante al setaccio a maglie quadre

2"	mm 50,8	100	
1 1/2"	mm 38,1	70	100
1"	mm 25,4	55	85
3/4"	mm 19,1	50	80
3/8"	mm 9,52	40	70
n° 4 serie ASTM	mm 4,76	30	60
n° 10 serie ASTM	mm 2,00	20	50
n° 40 serie ASTM	mm 0,42	10	30
n° 200 serie ASTM	mm 0,074	5	15

Detti materiali dovranno essere esenti da qualsiasi materia vegetale o da grumi di argilla.

La percentuale di usura dei materiali inerti grossolani non dovrà essere superiore a 50 dopo le 500 rivoluzioni dell'apparecchiatura prevista dalla prova AASHO T 96.

Le percentuali granulometriche riportate nella precedente tabella in base alle prescrizioni della AASHO T 88-57 dovranno potersi applicare tanto al materiale inerte dopo il suo impiego sulla strada, quanto nel corso delle prove effettuate alla cava di prestito od alle altre fonti di provenienza.

Il passante al setaccio n° 200 non dovrà superare la metà del passante al setaccio n° 40.

Il passante al setaccio n° 40 dovrà avere un limite liquido non superiore a 25, ed un indice di plasticità non superiore a 4.

La miscela dovrà avere un valore C.B.R. satura non inferiore all'80 %.

Subito dopo il livellamento finale e lo spianamento ogni strato sarà costipato su tutta la sua larghezza fino al raggiungimento del 95 % della densità massima AASHO modificata.

b) Norme UNI per il misto granulometrico di cava

Il misto granulometrico di cava da impiegare per la formazione di strati di fondazione, dovrà avere le caratteristiche di cui alla classificazione UNI del CNR tab 10006, del Maggio 1963, gruppo A1 del prospetto 1 relativo alla classificazione delle terre.

c) Materiali lapidei

I materiali lapidei da utilizzare per la formazione della pavimentazione bitumata, oltre a rispondere ai requisiti di accettazione secondo le norme CNR ed 1953, cat II, dovranno rientrare nelle pezzature a seguito indicate: pietrischetti mm 12-18 8-12 e graniglia 4-8.

Potranno essere di natura calcarea, silicea, porfidica ottenuti esclusivamente da frantumazione meccanica, dovranno essere lavati ed esenti da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

## d) Emulsioni bituminose

Le emulsioni bituminose da impiegare dovranno essere rigorosamente caratterizzate dai requisiti di accettazione sotto indicati:

## 1) Emulsione a lenta rottura per trattamenti di prima mano

Caratteristiche	Metodi di prova	
a) Contenuto di acqua	CNR 101/ 84	50,00 %
b) Contenuto di legante	100-a)	50,00 %
c) Contenuto di bitume	CNR 101/ 84	min 50,00 %
d) Contenuto di flussante	CNR 101/ 84	max 0,00 %
e) Demulsività	ASTM D244	0,00 %
f) Omogeneità	ASTM D244	max 0,20 %
g) Viscosità Engler a 20° C	CNR 102/84	min 3° E
h) PH (grado diacidità)		2 - 4
i) Sedimentazione a 5 gg.		max 5,00 %

## Caratteristiche bitume emulsionato

l) Penetrazione a 25° 100 gr x5"	CNR 24/71	180-200 dmm
m) Viscosità dinamica a 60°C 1/s	671772a	40-70 Pa s
n) Punto di rammollimento (P.A.)	CNR 35/73	35-42°
o) Punto di rottura	CNR 43/74	-14° C

## 2) Emulsione da bitume modificato con SBS-R per trattamenti di seconda e terza mano

Caratteristiche	Metodi di prova	
a) Contenuto di acqua	CNR 101/ 84	max 30 %
b) Contenuto di legante	100-a)	min 70 %
c) Contenuto di bitume	CNR 101/ 84	min 67 %
d) Contenuto di flussante	CNR 101/ 84	max 3 %
e) Demulsività	ASTM D244	50-100 %
f) Omogeneità	ASTM D244	max 0,2
g) Viscosità Engler a 20° C	CNR 102/84	min 20°E
h) PH (grado diacidità)		2-4
i) Sedimentazione a 5 gg.		max 5 %

## Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

l) Penetrazione a 25° 100 gr x5"	CNR 24/71	50-60 dmm
m) Punto di rammollimento (P.A.)	CNR 35/73	65-75° C
n) Visc. din. a 60° C 1/s	671772a	800-1000 Pa s
o) Visc. din. a 80° C 1/s	671772a	80-130 Pa s
p) Visc. a 160° C 1/s	671772a	0,2-0,4 Pa s
q) Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	-20°C

**Articolo 34 - RILEVATI.**

Per la formazione di sottofondi o rilevati si impiegheranno quei materiali ritenuti idonei ad insindacabile giudizio della D.L.; verranno posti in opera a strati debitamente compressi fino al raggiungimento delle densità ottima e con sagome prescritte.

Fanno parte integrante della formazione del rilevato la profilatura della scarpata, delle banchine, dei cigli e la costruzione di eventuali scoline per lo sgrondo immediato delle acque meteoriche che in nessun caso dovranno invadere e ristagnare nella sede del rilevato.

Lo strato di base sarà costituito da materiale stabilizzato e dovrà avere lo spessore stabilito di volta in volta dalla D.L.

La qualità e la granulometria dei materiali dovranno rispondere alle norme ASHO che si riferiscono alla natura ed alla formazione delle miscele di sabbia e argilla.

L'impresa, in relazione ai materiali da impiegarsi, al programma ed al modo di esecuzione dei lavori, approvati dalla D.L., dovrà disporre di efficiente attrezzatura idonea alla buona riuscita delle opere e di queste ne assume comunque piena responsabilità.

#### **Articolo 35 - PARATIE.**

Le paratie in legno a contenimento dello scavo dovranno essere opportunamente sbadacchiate ed armate con travi di sezione adatta; le palancole dovranno essere poste in opera perfettamente accostate e senza interruzioni, in modo da non creare rifluimenti laterali.

I pannelli metallici dovranno essere forniti in perfetta efficienza provvisti di vitoni, aghi e prolunghe di dotazione.

Palancole in ferro: la sezione e l'altezza delle stesse saranno ricavate da calcolo esecutivo determinato da parametri geotecnici significativi; l'armatura, i particolari e gli elaborati che saranno fatti nel calcolo, verranno redatti dall'Impresa senza la pretesa alcuna di compenso da parte della stessa.

#### **Articolo 36 - TUTTI GLI ALTRI LAVORI.**

Tutti gli altri lavori non specificatamente indicati dovranno essere eseguiti sempre a perfetta regola d'arte ed in conformità alle prescrizioni che verranno date dall'Ingegnere Direttore dei Lavori.

A questi spetta il diritto di far demolire opere che risultassero eseguite imperfettamente.

## **PARTE VIII NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

#### **Articolo 37 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI.**

Oltre alle norme stabilite ai precedenti articoli del presente Capitolato Speciale ed a quelle previste agli artt. 16 e 25 del Capitolato Generale per i lavori dello Stato, saranno da osservare le seguenti altre norme:

##### **a) Scavi in genere.**

Oltre agli obblighi ed oneri emergenti dall'art. 25, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere, l'appaltatore deve ritenere compensato anche per tutti quelli sottoelencati:

- reperimento delle discariche e dei luoghi di deposito provvisorio per i materiali di recupero con tutti gli oneri relativi all'uso degli stessi;
- tagli di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.;
- taglio e scavo, in presenza di acque e con qualsiasi mezzo, delle materie, sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza;
- paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio nell'ambito del cantiere e successiva ripresa e trasporto alle discariche delle materie di rifiuto non sistemabili in sito;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, spianamento del fondo, la formazione di gradini, per il successivo rinterro all'ingiro delle murature ed attorno e sopra i manufatti, secondo le sagome di progetto;
- puntellature e sbadacchiature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, compresi composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamenti, sfridi, deterioramenti nonché perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- impalcature, ponti e costruzioni provvisorie occorrenti sia per l'esecuzione dei trasporti delle materie di scavo, sia per la formazione di rilevati, passaggi, attraversamenti ecc.;
- demolizione di trovanti in genere;
- eventuali demolizione di condotti trasversali esistenti che si trovassero nello scavo, fissato che, in questo caso, lo scavo stesso verrà computato vuoto per pieno;
- demolizione della pavimentazione e massicciata stradale, se non compresa nell'elenco prezzi;
- aggettamento o deviazione delle acque di qualsiasi natura e provenienza, con qualsiasi mezzo;
- costipazione con adeguati mezzi meccanici di tutto il rinterro per strati non superiori a cm. 30;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio con l'appaltatore, all'atto della consegna ed all'atto del riscontro.

Gli scavi di fondazione e per fognature, definiti anche scavi a sezione obbligata, saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base della fondazione o della platea, prescritta

dalla D.L., per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento o sotto il piano campagna o stradale naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

La larghezza dello scavo è riconosciuta nella misura minima di cm. 60 e nella misura massima a quella corrispondente alla base di fondazione o letto di posa.

Nel caso di impiego di paratia, a contenimento degli scavi a sezione obbligata, con palancolata metallica e con pannelli metallici con guide, sarà riconosciuta una maggiorazione della larghezza di cui sopra nella misura di cm. 50 complessivi.

Di tale maggiorazione sarà tenuto conto anche nel calcolo del volume di rinterro con sabbia o materiale arido.

Detto volume di rinterro con sabbia o materiale arido verrà computato per un'altezza misurata da fondo scavo fino alla quota definitiva del piano campagna o stradale escludendo la base di fondazione, la tubazione ed i manufatti in genere, il rinfiango e l'eventuale spessore del bynder e del manto d'usura sovrastante.

Non sarà tenuto conto dei cedimenti provocati da qualsiasi causa che non fosse riconosciuta di forza maggiore.

Per i manufatti con larghezza variabile verrà considerata, ai fini dello scavo, la massima proiezione ortogonale sul piano orizzontale.

Gli scavi di apertura di fossi, per cassonetti stradali e per espurgo del fango, saranno computati col metodo delle sezioni ragguagliate rilevate in numero sufficiente e nelle posizioni indicate dalla D.L.

Non saranno computati tutti i lavori occorrenti per rimuovere i materiali franati, l'eventuale loro trasporto a discarica ed il rinterro del maggiore scavo con materiali idonei.

I materiali utili ricavati dallo scavo restaranno di proprietà dell'Amministrazione Appaltante.

L'Impresa dovrà a sua cura e spesa sollecitamente rimuoverli ed accatastarli, quando necessario, nei luoghi anche di deposito provvisorio per poi riprenderli e porli in opera dove indicato dalla D.L.

Per gli oggetti d'arte e di valore rinvenuti negli scavi si richiama e si intende qui riportato per intero, l'art. 39 del Capitolato Generale per i lavori dello Stato più volte richiamato.

#### **b) Paratie e diaframmi.**

La misura delle paratie a contenimento dello scavo di qualsiasi tipo, verrà effettuata a superficie ed espressa a metro quadrato e sarà computata per l'altezza ricavata dal fondo dello scavo al piano campagna o di sbancamento.

La misura dei diaframmi in c.a. verrà computata a metro cubo di calcestruzzo in base a sezioni e profondità determinate da parametri geotecnici significativi e relativi calcoli statici.

#### **c) Demolizioni di murature.**

I prezzi fissati in tariffa per la demolizione delle murature, che non siano condotti contenuti nello scavo, per i quali si applica quanto è stato detto precedentemente, si applicheranno al volume effettivo delle murature demolite.

Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri e gli obblighi specificati nell'art. 25/A precedente, la scelta e l'accatastamento dei materiali di risulta nonché quanto altro necessario per l'esecuzione delle demolizioni.

#### **d) Murature.**

Tutte le murature in genere, saranno misurate geometricamente a volume effettivo.

Nei prezzi delle murature è sempre compreso ogni onere necessario per l'esecuzione del lavoro (ponteggi, centinature, ecc.) nonché la formazione delle immorsature, incastri, spalle, incassature per imposta di archi, volte, ecc.

Nella costruzione delle volte è compreso l'onere per l'uso dei mattoni rastremati come specificato nell'art. 25/D e quanto altro occorra per l'esecuzione del muro.

#### **e) Conglomerati e calcestruzzi.**

I conglomerati e calcestruzzi per sottofondi, fondazioni, murature, volte, ecc. che non facciano parte di condotti pagati a metro lineare, saranno pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni



prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

**f) Conglomerato di cemento armato.**

Il conglomerato per eventuali manufatti in cemento armato di qualsiasi natura e spessore, sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazioni del volume del ferro, che sarà pagato a parte.

Nei prezzi d'elenco dei conglomerati armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, le casseforme sia in legno che metalliche per il contenimento del conglomerato, le armature di sostegno in legname di ogni sorta, grandi o piccole, i palchi provvisori di servizio, l'innalzamento o l'abbassamento dei materiali qualunque sia l'altezza o la profondità alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere costruita, nonché la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata.

Nei prezzi stessi è inoltre compresa la regolarizzazione delle superfici in vista, non intonacate, nel modo che sarà indicato dal Direttore dei Lavori.

**g) Gli intonaci.**

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata comprensiva della fattura degli spigoli, dei risalti, ecc.; essi varranno sia per la superficie piana che curva.

L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti, negli angoli fra pareti e soffitti e fra pareti con raggio non superiore a cm. 10 è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Non verranno detratti i fori a compenso delle profilature nella grossezza dei muri.

**h) Ferro omogeneo ed acciai per cemento armato.**

Verranno valutati a peso computando i quantitativi dai disegni consegnati e considerando il peso unitario delle tabelle in uso.

Nel prezzo, oltre la lavorazione ed ogni sfrido, è compreso l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro, la posa in opera dell'armatura stessa.

Per l'acciaio ritorto o taccato verrà considerato come peso unitario quello del ferro di uguale diametro nominale, maggiorato del 5%.

**i) Tubazioni e resine.**

Le tubazioni saranno valutate a metro lineare utile in opera, misurato lungo l'asse della tubazione, escludendo le curve ed i pezzi speciali di ghisa di acciaio e di grès, gli apparecchi e simili.

Nei prezzi si intendono compresi il trasporto a picchetto dei tubi e tutte le forniture e tutte le prestazioni di qualsiasi genere e natura che si rendessero necessarie per dare le tubazioni poste in opera a perfetta regola d'arte, provate secondo le norme regolamentari e pronte all'uso.

In particolare si intendono, tra l'altro, compresi i seguenti oneri:

- a) trasporto a picchetto dei tubi;
- b) posa in opera degli stessi anche in presenza d'acqua, con adeguato impiego di pompe e di altri eventuali mezzi di aggettamento compensato col relativo prezzo di elenco, come specificato in elenco prezzi, previa accurata preparazione del piano di posa;
- c) formazione delle giunzioni con tutti gli oneri inerenti.
- d) prove di tenuta delle tubazioni che saranno ordinate dalla D.L..

**j) Materiali bituminosi.**

La contabilizzazione degli spessori dei materiali bituminosi (bynder, manto d'usura, ecc.) verrà effettuata previ carotaggi eseguiti in contraddittorio con l'Impresa Appaltatrice.

**k) Prestazioni e forniture in economia.**

Gli operai per i lavori in economia diretta dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti, e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non sono di gradimento alla D.L.

Le prestazioni di mano d'opera verranno pagate in base alle ore di effettivo lavoro.

#### **l) Noleggi.**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il regolare funzionamento richiesto sul luogo d'impiego.

E' a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione delle suddette macchine ed attrezzi.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica ed a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine e degli attrezzi sul luogo d'impiego.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa, sono compensati il motore o la motrice, il gasolio, la linea per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore e quant'altro necessario per il loro funzionamento sul luogo d'impiego.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati tutti gli oneri e tutte le spese di trasporto a piè d'opera, di montaggio, di smontaggio e d'allontanamento di detti meccanismi.

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

#### **m) Trasporti.**

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente ed ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

#### **n) Materiali a piè d'opera o in cantiere.**

Tutti i materiali in provvista saranno misurati con metodi geometrici, a peso ed a corpo, secondo le prescrizioni indicate nei vari articoli del presente Capitolato Speciale.

Le ghiaie ed i materiali sciolti, da valutare in ragione di volume, dovranno essere misurati entro le casse dei mezzi di trasporto.

Il volume e la superficie dei legnami saranno computati in base a lunghezze e sezioni ordinate, intendendosi compreso nei prezzi stessi qualunque compenso per spreco di legname e per la sua riduzione alle esatte dimensioni prescritte.

Per i legnami rotondi e grossamente squadrati, il volume è dato dal prodotto della lunghezza minima per la sezione di mezzeria.

Le assicelle, le tavole, i tavoloni, i panconi, si misurano moltiplicando la larghezza di mezzeria per la lunghezza minima e per il loro spessore.

L'Impresa farà giungere i materiali in cantiere solo durante le ore di lavoro in modo che possano essere misurati in contraddittorio con i tecnici del Comune addetti alla misurazione e contabilità dei lavori.

Nel prezzo sono comprese tutte le operazioni atte a rendere possibile la misurazione nel modo stabilito.

I materiali computati in ragione del loro peso saranno pesati, a spese dell'Impresa, in cantiere oppure alla più vicina pesa pubblica.

La D.L., a spesa dell'Impresa, si riserva di verificare personalmente, alla più vicina pesa pubblica, quei pesi che non dovessero corrispondere a quelli indicati dalle tabelle tipo relative ai singoli materiali.

La misurazione o la pesatura dei materiali non implica l'accettazione dei materiali stessi che potranno essere rifiutati dal Direttore dei Lavori a suo insindacabile giudizio ed in tal caso dovranno essere allontanati dal cantiere.

Tale allontanamento sarà fatto con i mezzi del Comune addebitandone la spesa all'Impresa, nel caso che essa non vi provveda prontamente.

#### **o) Ripristini del corpo stradale.**

Nella valutazione dei lavori di ripristino stradale si dovranno osservare le norme specificate nei corrispondenti articoli nell'elenco prezzi.

**PARTE IX**  
**DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI, INVARIABILITA' DEGLI STESSI E LORO MODO DI REVISIONE.**

**Articolo 38 - DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI A CORPO, A MISURA ED ALLE SOMMINISTRAZIONI PER LAVORI IN ECONOMIA.**

L'appaltatore, con il fatto di partecipare all'appalto, riconosce (come se lo avesse dichiarato in forma legale) di avere preso conoscenza del presente Capitolato Speciale e degli altri documenti allegati e si obbliga ad osservarli in ogni loro parte; riconosce inoltre di avere preso conoscenza dei luoghi in cui devono essere eseguiti i lavori e d'avere considerato tutte le condizioni e circostanze generali e particolari che possono avere influito nella determinazione dei prezzi contenuti nell'elenco che segue e che, dopo compiuti calcoli propri, giudica remunerativi, di sua convenienza e tali da consentirgli il ribasso d'asta che offrirà partecipando all'appalto.

I prezzi compensano tutti gli oneri compresi nel presente Capitolato, ed in particolare:

- a) Circa i materiali, ogni spesa (per forniture, trasporto, carico e scarico, oneri fiscali, perdite, cali, sprechi, ecc.), nessuna eccettuata, che venga sostenuta per darli pronti all'impiego, a piede di qualunque opera.
- b) Circa gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, nonché ogni spesa per premi di assicurazioni sociali od altro e per illuminazione dei cantieri in caso di lavoro notturno.
- c) Circa i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e mezzi pronti al loro uso e per mantenerli sempre in perfetta efficienza.
- d) Circa i lavori a misura ed a corpo, tutte le spese per le forniture, le lavorazioni, i mezzi d'opera, le assicurazioni di ogni specie, le indennità di cava, di passaggio o di deposito di cantiere, di occupazione temporanea ed altra specie, i mezzi d'opera provvisori, carichi, trasporti e scarichi in ascesa od in discesa, ecc. e quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'appaltatore dovrà sostenere, anche se non esplicitamente detti o richiamati nei vari articoli del presente Capitolato Speciale.