


<p>CITTA' DI VENEZIA</p> 	<p>AREA LAVORI PUBBLICI, MOBILITÀ E TRASPORTI Settore Mobilità e Viabilità Terraferma Servizio Manutenzione Viabilità Terraferma</p> <p>Polo Tecnico "ex Carbonifera" viale Ancona n. 63 – Venezia Mestre</p>	<p><b>C.I. 15097</b></p>
--	---	--------------------------

**Oggetto:**               **INTERVENTI STRAORDINARI DI MESSA IN SICUREZZA STRADALE**

**Fase Progetto:**   **Progetto esecutivo**

**Documento:**       **I\_CSA Norme tecniche**

**Data:**               **ottobre 2022**

Revisione	Descrizione
<b>00</b>	
<b>01</b>	
<b>02</b>	
<b>03</b>	
<b>04</b>	
<b>05</b>	

**Il Progettista:** arch. Diego Costantini (*f.to digitalmente*)

**Il Responsabile del procedimento:** dott. Alberto Cesaro (*f.to digitalmente*)



# **I N D I C E**

## **NORME TECNICHE D'APPALTO PER L'ESECUZIONE DI LAVORI PER IL RIPRISTINO FUNZIONALE ORDINARIO E STRAORDINARIO DELLE STRADE E PER LA COSTRUZIONE DELLE OPERE**

**PARTE I - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

**PARTE II - NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI**

**PARTE III - NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI ALTRO GENERE**

## 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:

Grandezza	Nome	Simbolo
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**

#### **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 e regolamenti ufficiali vigenti in materia e 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.

#### **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.

#### **RISPONDEZA 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 L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI PAVIMENTAZIONI STRADALI

<b>MATERIALI NON LEGATI O A LEGANTE IDRAULICO.....</b>	<b>1</b>
<b>1 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO.....</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIZIONE.....	1
1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	1
1.3 STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	2
1.4 MODALITÀ ESECUTIVE.....	3
1.5 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	4
<b>2 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO.....</b>	<b>5</b>
2.1 DESCRIZIONE.....	5
2.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	5
2.3 NATURA E QUALITÀ DELLA MISCELA.....	6
2.4 STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	6
2.5 PREPARAZIONE E CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE IN FASE DI CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA.....	8
2.6 MODALITÀ ESECUTIVE.....	8
2.7 PROTEZIONE SUPERFICIALE.....	10
2.8 CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	10
<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI.....</b>	<b>12</b>
<b>3 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE.....</b>	<b>13</b>
3.1 DESCRIZIONE.....	13
3.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	13
3.2.1 <i>Aggregati</i> .....	13
3.2.2 <i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	14
3.2.3 <i>Legante</i> .....	14
3.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	15
3.4 STUDIO DI FORMULAZIONE DELLE MISCELE.....	16
3.5 FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	17
3.6 POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	18
3.7 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	19
3.8 CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	19
<b>4 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA.....</b>	<b>20</b>
4.1 DESCRIZIONE.....	20
4.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	20
4.2.1 <i>Aggregati</i> .....	20
4.2.2 <i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	21
4.2.3 <i>Legante</i> .....	22
4.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	22
4.4 STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	24
4.5 FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	24
4.6 POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	24



4.7	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	24
4.8	CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	24
<b>5</b>	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI PER RISAGOMATURE.....</b>	<b>26</b>
5.1	DESCRIZIONE.....	26
5.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	26
5.2.1	<i>Aggregati</i> .....	26
5.2.2	<i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	26
5.2.3	<i>Legante</i> .....	26
5.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	26
5.4	FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	27
5.5	POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	27
5.6	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	27
<b>6</b>	<b>CONGLOMERATO PER MARCIAPIEDI, AREE PEDONALI E PISTE CICLABILI.....</b>	<b>28</b>
6.1	DESCRIZIONE.....	28
6.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	28
6.2.1	<i>Aggregati</i> .....	28
6.2.2	<i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	29
6.2.3	<i>Legante</i> .....	29
6.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	29
6.4	STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	30
6.5	FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	30
6.6	POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	30
6.7	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	30
	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUME MODIFICATO.....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO.....</b>	<b>31</b>
7.1	DESCRIZIONE.....	31
7.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	31
7.2.1	<i>Aggregati</i> .....	31
7.2.2	<i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	31
7.2.3	<i>Legante modificato</i> .....	32
7.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	32
7.4	STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	33
7.5	FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	33
7.6	POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	33
7.7	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	33
7.8	CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	33
<b>8</b>	<b>CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA.....</b>	<b>34</b>
8.1	DESCRIZIONE.....	34
8.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	34
8.2.1	<i>Aggregati</i> .....	34
8.2.2	<i>Legante modificato</i> .....	34
8.2.3	<i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	35
8.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	35

8.4	STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	36
8.5	FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	36
8.6	POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	36
8.7	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	36
8.8	CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	36
<b>9</b>	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI AD ALTO MODULO COMPLESSO.....</b>	<b>37</b>
9.1	DESCRIZIONE.....	37
9.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	37
9.2.1	<i>Aggregati</i> .....	37
9.2.2	<i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	38
9.2.3	<i>Legante</i> .....	38
9.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	38
9.4	STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	39
9.5	FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	40
9.6	POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	41
9.7	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	42
9.8	CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	42
<b>10</b>	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATO DI USURA TIPO “SPLITTMASTIX-ASPHALT” (SMA).....</b>	<b>43</b>
10.1	DESCRIZIONE.....	43
10.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE.....	43
10.2.1	<i>Aggregati</i> .....	43
10.2.2	<i>Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)</i> .....	44
10.2.3	<i>Legante</i> .....	44
10.3	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA BITUMINOSA.....	44
10.4	STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO.....	46
10.5	FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA.....	46
10.6	POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	46
10.7	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	47
10.8	CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI.....	47
	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI CONFEZIONATI A TIEPIDO (WMA Warm Mix Asphalt).....</b>	<b>49</b>
<b>11</b>	<b>I CONGLOMERATI A TIEPIDO.....</b>	<b>49</b>
11.1	DESCRIZIONE.....	50
11.2	TECNOLOGIE DI FABBRICAZIONE.....	50
11.3	CONTROLLI.....	50
	<b>PENALITÀ E LIMITI DI ACCETTAZIONE.....</b>	<b>51</b>

## MATERIALI NON LEGATI O A LEGANTE IDRAULICO

### **1** STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULOMETRICAMENTE STABILIZZATO

#### **1.1** *Descrizione*

La fondazione è realizzata con misto granulare corretto granulometricamente, ovvero con misto granulare (miscela di varie pezzature di aggregato, reperibile in natura e di provenienza diversa), corretto con l’aggiunta o la sottrazione di

determinate frazioni granulometriche al fine di migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. La correzione può avvenire mediante materiale naturale o proveniente da frantumazione. Sarà possibile utilizzare anche materiale in frazione unica, purché rispondenti ai requisiti richiesti per la miscela di aggregati.

Gli aggregati impiegati potranno essere costituiti da ghiaie, frantumati, detriti di cava o aggregati riciclati laddove con questa definizione si intendono i materiali provenienti da attività di recupero e lavorazione di rifiuti speciali non pericolosi, inerti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione (C&D) o costituiti da materiali di scarto derivanti da processi artigianali/industriali e trasformati in materia prima secondaria mediante idonea operazione di recupero eseguita presso impianti allo scopo autorizzati ai sensi del Capo IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale).

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori.

## 1.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli aggregati per strati di fondazione non legati dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della Norma UNI EN 13242 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

I materiali riciclati devono appartenere alle tipologie previste dal D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i.; le sostanze componenti ed il contenuto percentuale ammesso sono di seguito riportate:

REQUISITO	NORMA	U.M	VALORE LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, ceramici, malte, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo UNI EN 13242)	UNI EN 13285 (separazione visiva al setaccio 8 mm)	%	> 90
Vetro e scorie vetrose		%	≤ 5
Conglomerati bituminosi		%	≤ 5
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente		%	≤ 15 (totale) ≤ 5 (singolo)
Materiali deperibili: carta, legno, fibre, cellulosa, sostanze organiche eccetto bitume; materiali plastici		%	≤ 0,1
Altri materiali (metalli, gesso, gomme, etc.)		%	≤ 0,4

Riguardo alla variabilità della provenienza, dalla quale può conseguire una diversità del comportamento in opera, i materiali riciclati devono essere qualificati per lotti omogenei, in conformità al regolamento UE sui prodotti da costruzione 305/2011/CPR.

### In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente

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

- 1) L'aggregato non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- 2) Il rapporto tra il passante al setaccio 0,063 mm ed il passante al setaccio 0,50 mm deve essere inferiore a 2/3.
- 3) La *granulometria* deve essere compresa nel seguente fuso e deve avere andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Setacci ISO 565 (serie base + gruppo 2)	Passante in peso
Setaccio 63	100

Setaccio 40	88 - 100
Setaccio 20	62 - 90
Setaccio 8	35 - 69
Setaccio 4	23 - 53
Setaccio 2	15 - 40
Setaccio 0,5	8 - 24
Setaccio 0,063	2 - 10

- 4) La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2 *“Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione”*, deve essere inferiore al 30%.
- 5) L'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8 *“Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia”*, determinato sull'aggregato della miscela da utilizzare, deve essere compreso fra 30 e 65%. I limiti superiore e inferiore dell'equivalente in sabbia potranno essere variati dalla Direzione Lavori in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale utilizzato. In particolare, per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 40%, se ritenuti idonei, la Direzione Lavori richiederà, in ogni caso, la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 7).  
I suddetti controlli dovranno essere ripetuti sul materiale prelevato dopo costipamento in situ.
- 6) L'indice di portanza californiano CBR, secondo la normativa UNI EN 13286-47 *“Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento”*, determinato dopo aver sottoposto il campione a quattro giorni di imbibizione in acqua, deve risultare superiore al 30%. L'indice C.B.R., inoltre, non dovrà scendere al di sotto del valore anzidetto per variazioni dell'umidità ottima di costipamento di  $\pm 2\%$ .
- 7) Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm), deve avere una sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1 *“Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo”*, non superiore al 20%.
- 8) L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 *“Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg”*, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).

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 1 - 5, (eventualmente 7) e 8, salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia *equivalente in sabbia* compreso tra 25 e 30%.

### **1.3 Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto stabilizzato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sullo stabilizzato da utilizzare in fase di stesa. Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- a) tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione;
- b) luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;

- c) luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- d) provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- e) provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti a-b-c.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto granulometricamente stabilizzato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta degli aggregati lapidei nelle varie pezzature; dovranno essere indicate la natura e la provenienza dell'inerte, nonché, per ciascuna frazione e per lo stabilizzato che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1 *"Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura"*), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6 *"Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua"*) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 1.2).

#### **1.4 Modalità esecutive**

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm., dovrà presentarsi, al termine della compattazione, 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.

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 piano di posa dovrà avere la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti.

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

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

Il costipamento dello strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova di costipamento, eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-2 *"Miscele non legate e legate con leganti idraulici: Metodi di prova per la determinazione della massa volumica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Costipamento Proctor"* con il procedimento AASHTO modificato.

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:

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

in cui:

$d_r$  = massa volumica della miscela priva degli elementi di dimensione superiore a 25 mm;

$d_i$  = massa volumica della miscela "tal quale" (comprensiva, cioè, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm);

$P_c$  = massa volumica 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 25 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso, nella stessa formula, al termine  $x$  dovrà essere sempre assegnato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso del trattenuto al crivello UNI 25 mm).

### **1.5 Controllo dei requisiti di accettazione**

Il rispetto dei requisiti di accettazione sarà accertato dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando in cantiere il materiale già miscelato, sia all'atto della stesa che dopo il costipamento.

Nel cantiere di stesa dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- a) verifica dell'idoneità delle attrezzature di stesa e rullatura;
- b) verifica della composizione e delle caratteristiche intrinseche della miscela di aggregati, secondo i requisiti di cui all'art. 1.2;
- c) verifica delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale costipato e, in particolare, di:
  - c.1) *densità in situ*, secondo la Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972;
  - c.2) *modulo di deformazione*  $M_d$  determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, secondo la Norma Svizzera SNV 670 317a; esso dovrà risultare non inferiore a 80 MPa;
  - c.3) *regolarità* dello strato: la superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.
- f) verifica dello spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## **2 STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO**

### **2.1 Descrizione**

Il misto cementato per fondazione sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume. Lo spessore finito dell'unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera in un unico strato non inferiore a cm 15 e non superiore a cm 25.

### **2.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

#### **a) Aggregati.**

Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli aggregati per strati di fondazione legati a legante idraulico dovrà rispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13242 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

#### **In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente**

Saranno impiegati aggregati naturali e di frantumazione, anche costituiti da ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume, a condizione che la percentuale di frantumato complessiva sia superiore al 40% in peso, sul peso totale degli aggregati. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato inferiori al limite stabilito, previa verifica che la miscela finale presenti comunque le resistenze a compressione e a trazione, a 7 giorni, prescritte nel seguito (a tal fine, si potrà modificare la composizione della miscela variando la percentuale delle sabbie presenti e/o la quantità di passante al setaccio da 0,063 mm).

Sarà possibile utilizzare anche materiale in frazione unica, purché rispondenti ai requisiti richiesti per la miscela di aggregati.

Nella confezione dei misti cementati è possibile l'utilizzo dei materiali riciclati provenienti dalle demolizioni edilizie, in aggiunta o in alternativa agli aggregati naturali fino al 100% della miscela, purché in possesso dei requisiti di idoneità previsti dalla Norma UNI 11531-1 per le fondazioni stradali.

È altresì ammesso l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero (fresato), preventivamente qualificato secondo la Norma UNI EN 13108-8 *"Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 8: Conglomerato bituminoso di recupero"*, nella misura massima del 30% riferita al peso totale della miscela. In casi particolari e con l'approvazione della Direzione Lavori si potrà impiegare conglomerato bituminoso di recupero fino ad un massimo del 40%.

Gli aggregati naturali e/o di riciclo dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- 1) Il materiale non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- 2) Perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2, non superiore al 30%:
- 3) Equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, compreso fra 30 e 60 %.
- 4) Qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà avere:
  - 5a) *sensibilità al gelo*, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 30%;
  - 5b) coefficiente di usura determinato con la prova Micro-Deval, secondo la Norma UNI EN 1097-1 *"Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-Deval)"*, in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25 %.
- 5) L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg"*, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità).
- 6) Il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma UNI EN 932-3, nell'aggregato fino deve essere inferiore all'1%. Così deve essere inferiore all'1%, nello stesso aggregato, il contenuto in ione SO<sub>4</sub><sup>-</sup> e il contenuto di sostanze organiche (Norma UNI EN 1744-1).

a) **Legante.**

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5.

b) **Acqua.**

Non dovrà contenere componenti che influenzano negativamente l'indurimento e le prestazioni della miscela. Il contenuto d'acqua nella miscela dovrà essere selezionato per ottimizzare le prestazioni meccaniche e consentire una rullatura efficace e dovrà corrispondere all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate più avanti .

### **2.3 Natura e qualità della miscela**

La miscela, sia con aggregati naturali che di riciclo, dovrà essere in accordo a quanto prescritto nella Norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 1: Miscele granulari legate con cemento per fondi e sottofondi stradali" e UNI EN 14227-5 "Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 5: Miscele granulari legate con leganti idraulici per strade" relativamente alla miscela legata con cemento per fondi e sottofondi stradali 2 con granulometria della categoria G1:

<b>Setacci ISO 565</b> <i>(serie base + gruppo 2)</i> mm	<b>Passante in peso</b>
Setaccio 31,5	100
Setaccio 20	81 - 100
Setaccio 10	55 - 83
Setaccio 6,3	42 - 70
Setaccio 4	31 - 31
Setaccio 2	21 - 48
Setaccio 0,5	11 - 28
Setaccio 0,255	8 - 21
Setaccio 0,063	3,5 - 11

La miscela fresca dovrà rispondere al requisito di compattezza il cui valore determinato in conformità all'appendice A della Norma UNI EN 14227-1 e in corrispondenza della massima massa volumica a secco Proctor modificata dovrà essere superiore a 0,80.

### **2.4 Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione, l'Appaltatore dovrà preliminarmente eseguire uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi delle pezzature, necessari per la produzione di un misto cementato in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul misto da utilizzare in fase di stesa.



Dovrà essere inoltre contestualmente trasmessa alla Direzione Lavori una relazione circostanziata che illustri, in modo chiaro ed inequivocabile:

- 1) tipologia e caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione dello strato di fondazione, con particolare riguardo a inerte e legante;
- 1) luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- 2) luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- 3) provvedimenti da porre in atto per garantire il mantenimento nel tempo dei loro requisiti fisici e meccanici, previsti nello studio preliminare e richiesti dal Capitolato;
- 4) provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai predetti punti 1 - 2 - 3.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del misto cementato, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del cemento e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del cemento; natura e provenienza dell'inerte; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 2.2.a/b/c).

Potranno essere accettati, ad insindacabile giudizio della D.LL., anche studi di miscele che, in precedenti esperienze, abbiano fornito i risultati richiesti, purché ne vengano verificate le resistenze meccaniche, preventivamente al loro utilizzo.

La quantità di acqua e di legante con cui effettuare l'impasto sarà preliminarmente determinata in laboratorio, per via sperimentale, mediante provini cilindrici su cui determinare la densità del secco, il carico di rottura a compressione, la resistenza a trazione indiretta, secondo la norma UNI EN 12390-6.

La prova di resistenza a compressione sarà eseguita su provini confezionati in stampi cilindrici di acciaio per prova C.B.R. (ai sensi della Norma UNI EN 13286-47), privi di disco spaziatore e dotati di collare di prolunga; negli stampi, il materiale sarà costipato in n° 5 strati, con n° 85 colpi per strato, con un'energia pari a quella prevista nella norma UNI EN 13286-2 per il procedimento AASHTO Modificato. Onde consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato si dovrà aver cura che la miscela, a costipamento ultimato, ecceda di 1 cm circa rispetto all'altezza del cilindro; l'eccedenza verrà eliminata, previa rimozione del collare di prolunga e rasatura dello stampo, in modo che l'altezza del provino risulti essere pari a quella dello stampo C.B.R. medesimo.

Il confezionamento dei campioni sarà eseguito dosando gli aggregati secondo la curva granulometrica di progetto, dopo aver eliminato la frazione trattenuta al setaccio 22,4 mm, preparando più impasti con percentuali di cemento diverse e, per ogni percentuale di cemento, con percentuali di acqua diverse. Con ogni impasto si confezioneranno almeno 4 provini, sui quali verrà calcolata la densità secca.

I provini dovranno essere conservati negli stampi in ambiente umido per le prime 24 ore dal confezionamento; saranno quindi estratti e fatti stagionare per 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90%) a temperatura di circa 20 °C. Per prove eseguite in cantiere la stagionatura sarà effettuata in sabbia umida.

I provini, dopo la stagionatura, saranno sottoposti a prova di rottura a compressione, condotta secondo la Norma UNI EN 13286-41:2006 *"Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 41: Metodo di prova per la determinazione della resistenza a compressione di miscele legate con leganti idraulici"*. La resistenza a compressione a 7 giorni, espressa come media su quattro provini, dovrà risultare compresa fra 3,50 e 6,50 MPa; qualora uno dei valori dovesse scostarsi dalla media di oltre il 20%, la media aritmetica sarà computata sui campioni rimanenti, a condizione che nessuno di questi manifesti un pari scostamento dalla media risultante. In quest'ultima circostanza, qualora fossero due i campioni con valori di resistenza a compressione che si scostano di oltre il 20% dalla media, la prova dovrà essere integralmente ripetuta.

La prova di resistenza a trazione indiretta condotta secondo la Norma UNI EN 13286-42 *"Miscele non legate e legate con leganti idraulici - Parte 42: Metodo di prova per la determinazione della resistenza a trazione diretta di miscele"*

*legate con leganti idraulici*” sarà eseguita su provini confezionati secondo le modalità previste per la prova di compressione.

Il carico dovrà essere applicato, collocando il provino con il proprio asse orizzontale e interponendo appositi listelli in compensato o cartone duro (di sezione minima di mm 15 x 4 e lunghezza maggiore dell'altezza del campione), mediante i piatti di una pressa che dovranno trasmettere un gradiente di tensione costante sino a rottura, in ragione di 0,02 MPa/s. La resistenza a trazione indiretta, determinata su almeno tre provini, dovrà risultare non inferiore a 0,30 MPa.

Dall'indagine sperimentale eseguita con la *prova di compressione* e la *prova di trazione indiretta* dovranno essere scelti: curva granulometrica; contenuto di legante; contenuto d'acqua da utilizzare nel confezionamento della miscela; densità e resistenze di progetto da utilizzare come riferimento nelle prove di controllo.

## **2.5 Preparazione e controllo dei requisiti di accettazione in fase di confezionamento della miscela**

L'Appaltatore, dopo aver eseguito lo studio della miscela in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e ad essa, una volta accettata, dovrà scrupolosamente attenersi per tutta la durata dei lavori.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre distinti assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di miscela.

L'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri, da eseguirsi presso la centrale di miscelazione, subito prima della miscelazione.

Per quanto concerne la curva granulometrica dell'inerte, rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti dal setaccio 20 mm al setaccio 4 mm e di  $\pm 2$  punti dal setaccio 2 mm al setaccio 0,063 mm, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Per la quantità di cemento non sarà tollerato uno scostamento, dalla percentuale stabilita, superiore a  $\pm 0,3$  punti.

## **2.6 Modalità esecutive**

### **a) Confezionamento delle miscele**

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte devono essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Il processo di produzione deve essere conforme all'Allegato B delle Norme UNI EN 14227-1 "*Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 1: Miscele granulari legate con cemento per fondi e sottofondi stradali*" e UNI EN 14227-5 "*Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 5: Miscele granulari legate con leganti idraulici per strade*".

### **c) preparazione delle superfici di stesa**

Il misto cementato viene steso sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. È inoltre necessario verificare che il piano di posa sia

sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa o di ristagni.

#### **d) posa in opera delle miscele**

Il materiale verrà steso in un unico strato di spessore finito pari a quello prescritto dal progetto.

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

Il materiale pronto per la messa in opera e il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria, composizione e dosaggio dei componenti. Dovrà, inoltre, possedere le caratteristiche fisico-meccaniche di impiego di cui agli artt. 2.2 e 2.3, fatte salve le prescrizioni di cui all'art. 2.4. Una volta in opera, esso dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non rivelare segregazione dei suoi componenti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Il costipamento e la finitura dello strato saranno effettuati con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque essa dovrà essere oggetto di preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori. In generale, il costipamento sarà realizzato con rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), comunque semoventi.

Tutte le operazioni anzidette non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali risulteranno tali da poter danneggiare la qualità dello strato.

La stesa della miscela non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature dell'aria inferiori a 5 e superiori a 25 °C, né in presenza di pioggia. Potrà, tuttavia, essere consentita la stesa a temperature comprese fra i 25 e i 30 °C, a condizione che il misto cementato sia protetto da evaporazione durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); nella stessa circostanza, sarà necessario provvedere ad un'abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato prima della sua applicazione, al fine di prevenire un anomalo assorbimento dell'acqua di impasto da parte del sottofondo.

Le operazioni di costipamento del misto cementato e la successiva applicazione dello strato protettivo in emulsione bituminosa sulla superficie del medesimo, dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 – 18 °C ed umidità relativa del 50 % circa. Temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; 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 del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, da togliere al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale su tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore alle 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

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

Strati eventualmente compromessi da improprie condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore.

## **2.7 Protezione superficiale**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa sovrastabilizzata (designazione secondo UNI EN 13808: C60B10) in ragione di 1-1,5 kg/m<sup>2</sup>, in relazione alla porosità superficiale e alla capacità di assorbimento della parte superiore dello strato trattato; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia per evitarne l'asportazione da parte dei mezzi di cantiere. Il transito di cantiere può essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se la resistenza necessaria del misto risulta raggiunta e comprovata.

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

## **2.8 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Il costipamento dello strato in misto cementato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 97% della densità massima del progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giornata lavorativa), prelevando il materiale durante la stesa, ovvero prima dell'indurimento.

La densità in sito si valuterà secondo le prescrizioni della Norma CNR B.U. n° 22 del 3 Febbraio 1972 (metodo del volumometro a sabbia o a membrana), avuto riguardo di correggere la misura in modo da eliminare il contributo degli elementi di dimensione superiore a 20 mm (ex crivello 25 mm).

Ciò potrà essere ottenuto mediante la metodologia analitica proposta all'art. 2.4, oppure attraverso una misura diretta, consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la successiva misurazione del volume.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota, essiccata in stufa a 105-110 °C, ed il suo volume, ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino. In questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità del progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i rilievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate all'art. 2.2.c.

Prove di compressione e di trazione indiretta saranno eseguite prelevando un numero minimo di 8 campioni (4 per la compressione, 4 per la trazione) per ogni 1500 m<sup>3</sup> di materiale costipato e frazione eccedente. La preparazione dei provini per le singole determinazioni avverrà previa eliminazione, mediante vagliatura con setaccio, dell'inerte con dimensioni superiori a 20 mm.

La resistenza, a 7 giorni, a compressione e a trazione indiretta, determinata su provini confezionati prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo e stagionati secondo le indicazioni del precedente articolo, potrà discostarsi dai valori di riferimento preventivamente determinati in laboratorio con una tolleranza del 20 %, in aumento come in diminuzione, ma mai potrà essere inferiore ai minimi prescritti per lo studio di laboratorio (rispettivamente 4 MPa per la *resistenza a compressione*, 0,25 N/mm<sup>2</sup> per la *resistenza a trazione* indiretta).

Il modulo di deformazione  $M_d$  determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, secondo la Norma Svizzera SNV 670 317a, fra 3 e 12 ore (e comunque non oltre le 24 ore) dopo la compattazione del materiale, dovrà altresì risultare non inferiore a 150 MPa.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si dovesse rilevare un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non sarà consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere e riapplicare, a sua totale cura e spesa, lo strato per il suo intero spessore.

## CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI

I conglomerati bituminosi utilizzati dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere corredato della Marcatura CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

L'impresa ha l'obbligo di eseguire prove di validazione preliminari sull'idoneità dei materiali (aggregati lapidei, leganti bituminosi ed eventualmente conglomerato bituminoso di recupero) che intende utilizzare nel confezionamento delle miscele; i risultati di tali prove dovranno essere presentati all'interno dello studio di formulazione (mix design) del conglomerato. Lo studio di formulazione delle miscele dovrà essere presentato dall'impresa appaltatrice alla Direzione Lavori, entro giorni 7 (sette) dalla data di comunicazione di aggiudicazione definitiva. L'assenza di tali prove non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori gli studi di formulazione delle composizioni ottimali, corredati dei risultati delle prove di validazione. Dette prove dovranno essere eseguite, per ogni tipo di miscela bituminosa prevista dal progetto, nello stesso anno solare in cui viene eseguita la messa in opera e prontamente aggiornate qualora dovessero verificarsi cambiamenti dei materiali costituenti o nel processo produttivo. Questo studio avrà validità per l'Ente Appaltante per i sei mesi successivi alla data di presentazione.

Ogni onere per l'esecuzione delle prove di validazione e dello studio di formulazione delle miscele (mix design) è interamente a carico dell'Appaltatore.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-20, dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti prescrizioni tecniche al paragrafo relativo allo *"Studio di formulazione delle miscele"*.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato. Nel caso di discordanza tra i risultati delle prove, la D.LL., se ritenuto, predisporrà l'esecuzione di ulteriori prove di laboratorio, con onere a carico dell'Appaltatore. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

### 3 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE

#### 3.1 Descrizione

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da una miscela di aggregato grosso, fine e filler (secondo le definizioni riportate nella Norma UNI EN 13043 *“Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”*), impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma Norme UNI EN 12591 *“Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”*), previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti metallici.

Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una resistenza meccanica allo strato di pavimentazione di cui fa parte tale da garantire la capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e una sufficiente flessibilità nell’adattamento ad eventuali assestamenti del sottofondo, anche a medio-lungo termine.

Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori.

#### 3.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L’identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento UE n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all’Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L’Impresa dovrà fornire alla D.LL. la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design); la loro assenza non potrà mai essere invocata dall’Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

##### 3.2.1 Aggregati

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 *“Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”*;
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 *“Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”*.

**In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente**

L’**aggregato grosso** (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, non superiore al 25%;
- 2) affinità tra aggregato e bitume determinata secondo la Norma UNI EN 12697-11 parte A (metodo della bottiglia rotante) superiore al 95%

- 5) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, inferiore all'1%;

In ogni caso, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti. I grani di aggregato non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'**aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e naturali, la percentuale di queste ultime non dovrà essere mai superiore al 30% in peso della miscela delle sabbie, e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) Limite Liquido, ai sensi della Norma UNI CEN ISO/TS 1789-12, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);
- 6) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della UNI EN 933-2, inferiore all'1%;
- 7) equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, non inferiore al 50 %.

Gli eventuali **additivi**, provenienti dalla macinazione di rocce calcaree o costituiti da cemento, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- essere completamente passanti al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 90.
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 85.

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI EN 933-10.

### **3.2.2 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)**

Potrà essere usato conglomerato bituminoso di recupero (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere, nella misura e nelle modalità previste dalle Norme della serie 13108.

La percentuale in peso di materiale fresato riferita al totale della miscela di aggregati non potrà superare il 30% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo. In tal caso le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero dovranno essere determinate in conformità alla Norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le modalità di aggiunta andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

I rifiuti prodotti dall'attività dell'appaltatore, in qualità di produttore e detentore, devono essere da quest'ultimo allocati, trattati e conferiti ai sensi delle vigenti disposizioni normative in materia di tutela ambientale. Ogni onere di carattere amministrativo ed economico è a carico dell'appaltatore.

### **3.2.3 Legante**

I bitumi per uso stradale dovranno essere provvisti 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 B 50-70, riportate nel documento UNI/TR 11361 *"Bitume e leganti bituminosi – Bitumi per applicazioni stradali di maggior utilizzo in Italia"*.



## CARATTERISTICHE BITUMI SEMISOLIDI PER USI STRADALI

REQUISITO	U.M.	valori
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	50-70
Punto di rammollimento (palla- anello)	° C	46-54
Punto di rottura Fraass	°C	≤ - 8
penetrazione residua dopo indurimento, metodo R.T.F.O.T.	%	≥ 50
variazione del punto di rammollimento, metodo R.T.F.O.T.	°C	≤ 11
Solubilità in solventi organici	%	≥ 99,0

Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle seguenti Normative Europee:

UNI EN 58 *“Campionamento di leganti bituminosi”*;

UNI EN 12594 *“Preparazione dei campioni di prova”*;

UNI EN 1426 *“Determinazione della penetrazione con ago”*;

UNI EN 1427 *“Determinazione del punto di rammollimento - metodo biglia ed anello”*;

UNI EN 12593 *“Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraass”*;

UNI EN 12607-1 *“Determinazione della resistenza all’indurimento per effetto del calore e dell’aria – Metodo RTFOT”*;

UNI EN 12592 *“Determinazione della solubilità”*.

### 3.3 Caratteristiche della miscela bituminosa

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell’appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Setacci ISO 565</b> <i>(serie base + gruppo 2)</i>	<b>Passante in peso</b>
Setaccio 31,5	100
Setaccio 20	73 -100
Setaccio 16	60 - 94
Setaccio 12.5	49 - 87
Setaccio 8	38 - 73
Setaccio 4	27 - 56
Setaccio 2	17 - 40
Setaccio 1	12 - 31
Setaccio 0, 5	7 – 22
Setaccio 0, 25	5 –16

Il contenuto di bitume dovrà essere compreso tra il 3,6% - 4,5% in peso sulla miscela e la percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso uno studio di formulazione sviluppato secondo il metodo volumetrico. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

### 3.4 Studio di formulazione delle miscele

All'interno dello studio di formulazione dovranno essere presentati oltre ai dati sui costituenti precedentemente definiti, i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dalla presente Normativa Tecnica.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Dovranno essere indicati:

- natura e provenienza degli aggregati mediante la certificazione della marcatura CE;
- per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare:
  - la curva granulometrica (UNI EN 933-1),
  - la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6)
  - tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dalle presenti prescrizioni al paragrafo 3.2.1;
- tipo e qualità del bitume, documentato mediante certificato di marcatura CE;
- dosaggio ottimale nella miscela documentato attraverso il percorso di valutazione eseguito in laboratorio con metodo volumetrico;
- temperatura di costipamento della miscela;
- numero di giri  $N_{10}$ ,  $N_p$ ,  $N_{max}$  derivati dalla costruzione della curva di addensamento;
- certificazione delle prestazioni meccaniche raggiungibili dal conglomerato.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, a condizione che tali scostamenti non superino i valori minimi e massimi previsti dalle schede tecniche allegate al presente per singolo prodotto:

- $\pm 5\%$  sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$  sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$  sulla quantità di filler;
- $\pm 0.3\%$  sulla quantità di bitume.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. A tal proposito si segnala la necessità di comporre la miscela ottimale in modo che essa possa rispondere sia alle richieste relative alla percentuale di vuoti quanto al grado di addensamento in opera.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup></b>	
<b>Parametri</b>	<b>Valore richiesto</b>
Vuoti a <b>N<sub>10</sub></b> = 10 rotazioni	10 ÷ 15%
Vuoti a <b>N<sub>p</sub></b> (da definire nello studio della miscela)	3 ÷ 5%
Vuoti <b>N<sub>max</sub></b> (da definire nello studio della miscela)	> 2%
Resistenza a trazione indiretta a 25° C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 0,75 10 <sup>-3</sup> GPa
Sensibilità all'acqua <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-12)	≥ 75%

<sup>(1)</sup> La pressa giratoria dovrà avere la configurazione prevista nell'Allegato B della Norma UNI EN 12697-31

<sup>(2)</sup> misura eseguita su provini confezionati con un numero di rotazioni pari a N<sub>p</sub>

I valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto D<sub>p</sub> di provini addensati pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'Impresa.

### **3.5 Formazione e confezione della miscela**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti 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.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso, mediante idonea apparecchiatura 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 miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati 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 di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180° C, quella del legante tra 150 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori 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 di norma superare lo 0,5%.

### **3.6 Posa in opera della miscela**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza prescritti sempre dalla Direzione Lavori.

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

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento. 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. La finitrice dovrà procedere ad una velocità tale da garantire una compattazione iniziale tale da permettere all'azione dei rulli compattatori di raggiungere l'addensamento richiesto dello strato.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Procedendo alla stesa in più strati, questi non potranno essere sovrapposti nella stessa giornata. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di ancoraggio di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno  $700 \text{ g/m}^2$  la quale, successivamente alla sua rottura, dovrà essere opportunamente trattata con filler allo scopo di impedire agli automezzi di cantiere di trascinare il legante nel percorso di ritorno. Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 8 cm, né superiore a 12 cm (in quest'ultimo caso si dovrà accertare l'idoneità dei mezzi di messa in opera e compattazione a raggiungere l'addensamento richiesto).

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a  $140^\circ\text{C}$ .

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali potranno pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Dovranno essere disponibili in qualsiasi momento almeno un rullo tandem a ruote metalliche, dal peso minimo di 10 t e non superiore a 14 t, ed un rullo gommato.

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, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di maggiori dimensioni.

### **3.7    *Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali***

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri; pertanto per ogni giornata di produzione è fatto carico all'appaltatore il prelievo di un campione di conglomerato sfuso, da effettuarsi durante la stesa, per ogni tipo di materiale messo in opera. Il prelievo andrà fatto in contraddittorio con un rappresentante della Stazione Appaltante. Apposito contenitore, oltreché il personale necessario ad effettuare il prelievo sarà messo a disposizione da parte dell'Appaltatore.

Gli oneri delle attività di cui sopra sono da intendersi compensati all'interno delle spese generali applicate dall'Appaltatore in fase di offerta.

Per ogni campione andrà compilato e sottoscritto apposito verbale messo a disposizione dalla Stazione Appaltante.

Ove personale della Stazione Appaltante, anche se previamente avvisato, non potesse presenziare, l'Appaltatore dovrà comunque procedere con il prelievo del materiale di cui sopra, mettendolo a disposizione, il giorno successivo.

Il campione così prelevato sarà inteso come esemplare rappresentativo della produzione giornaliera per tipologia di materiale.

In conseguenza, la massa volumica accertata in tale campione sfuso si intende senz'altro accettata da tutte le parti e costituirà elemento di riferimento per le successive carote prelevate in stesa e per i parametri.

Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

### **3.8    *Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni***

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 95% della densità giratoria di progetto  $D_p$ , rilevata su campioni prelevati all'impianto o alla stesa nel medesimo giorno di produzione. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione delle miscele messe in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

Come prescritto all'art. 3.6, la superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti, comunque secondo le modalità di cui al medesimo articolo), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## **4 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA**

### **4.1 Descrizione**

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI EN 13043 *“Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico”*). Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 *“Specifiche per i bitumi per usi stradali”*), previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e metallici lisci.

### **4.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design). L'assenza di tali marcature e/o dichiarazioni non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

#### **4.2.1 Aggregati**

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 *“Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”*;
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 *“Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”*.

#### **In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente**

**L'aggregato grosso** (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione ed accettazione, eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

#### **per strati di collegamento (binder):**

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;

- 2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2 *“Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 2: Metodi per la determinazione della resistenza alla frammentazione”*, deve essere inferiore al 25%;
- 3) affinità tra aggregato e bitume determinata secondo la Norma UNI EN 12697-11 parte A (metodo della bottiglia rotante) superiore al 95%
- 4) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, inferiore all'1%;
- 5) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4, deve essere inferiore a 20;
- 6) l'indice di appiattimento, secondo la UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 17;

**per strati di usura:**

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 2) la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI EN 1097-2 deve essere inferiore al 18%;
- 3) affinità tra aggregato e bitume determinata secondo la Norma UNI EN 12697-11 parte A (metodo della bottiglia rotante) superiore al 95%;
- 4) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2:1997, inferiore all'1%;
- 5) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15;
- 6) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12%;
- 7) il valore di levigabilità (VL) delle graniglie e pietrischetti, determinato secondo la Norma UNI EN 1097-8 *“Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 8: Determinazione del valore di levigabilità”*, deve essere non inferiore a 0,45;

La miscela finale degli aggregati dovrà contenere nella frazione più grossa, aggregati di natura basaltica, porfirica o, in generale, di natura vulcanico effusiva; saranno ritenuti idonei anche aggregati industriali provenienti dalla frantumazione di scorie di forno elettrico purché accompagnati da opportuna documentazione comprovante la rispondenza dei requisiti necessari al loro riutilizzo in linea con la vigente legislazione.

**L'aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) la prova Los Angeles, secondo Norma UNI EN 1097-2, eseguita sul granulato da cui provengono le sabbie naturali utilizzate nella miscela, deve dare una perdita in peso non superiore al 25%.
- 9) l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, dovrà essere non inferiore al 60% per lo strato di collegamento ed all'80% per lo strato di usura;

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

- essere completamente passanti al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 90.
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 85.
- essere costituiti da materiale non plastico (Limite Plastico e Indice di Plasticità non determinabili).

#### **4.2.2 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)**

Sarà possibile utilizzare conglomerato bituminoso di recupero (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere e con le modalità previste dalle Norme della serie 13108, esclusivamente per le miscele destinate al conglomerato per strato di collegamento mentre è espressamente vietato per il conglomerato destinato allo strato di usura. La percentuale in peso di materiale fresato riferita al totale della miscela di aggregati non potrà

superare il 20% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo. Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero dovranno essere determinate in conformità alla Norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le modalità di aggiunta andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

I rifiuti prodotti dall'attività dell'appaltatore, in qualità di produttore e detentore, devono essere da quest'ultimo allocati, trattati e conferiti ai sensi delle vigenti disposizioni normative in materia di tutela ambientale. Ogni onere di carattere amministrativo ed economico è a carico dell'appaltatore.

#### **4.2.3 Legante.**

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591 *"Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"*, per i bitumi semisolidi B 50-70. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

#### **4.3 Caratteristiche della miscela bituminosa**

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

#### **Strato di collegamento (binder)**

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento (binder) dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Setacci ISO 565</b> <i>(serie base + gruppo 2)</i>	<b>Passante in peso</b>
Setaccio 22,4	100
Setaccio 20	88 - 100
Setaccio 16	75 - 92
Setaccio 12,5	61 - 83
Setaccio 8	48 - 71
Setaccio 4	32 - 56
Setaccio 2	20 - 45
Setaccio 1	14 - 36
Setaccio 0,5	9 - 27
Setaccio 0,25	6 - 19
Setaccio 0,063	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,0% ed il 5,0% in peso, sul peso del conglomerato.



Per strati di collegamento destinati all'apertura temporanea al traffico come strati di rotolamento si dovranno prevedere curve prossime al limite superiore del fuso allo scopo di ottenere la maggior chiusura del conglomerato in termini di addensamento.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup></b>	
<b>Parametri</b>	<b>Valore richiesto</b>
Vuoti a $N_{10}$ = 10 rotazioni	10 ÷ 15
Vuoti a $N_p$ (da definire nello studio della miscela)	3 ÷ 5
Vuoti $N_{max}$ (da definire nello studio della miscela)	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25° C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 0,75 10 <sup>-3</sup> GPa
Sensibilità all'acqua <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-12)	≥ 75%

<sup>(1)</sup> La pressa giratoria dovrà avere la configurazione prevista nell'Allegato B della Norma UNI EN 12697-31

<sup>(2)</sup> misura eseguita su provini confezionati con un numero di rotazioni pari a  $N_p$

I valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto  $D_p$  di provini addensati pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'Impresa.

#### **Strato di usura:**

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Setacci ISO 565</b> (serie base + gruppo 2)	<b>Passante in peso</b>
Setaccio 12,5	100
Setaccio 8	74 - 100
Setaccio 4	43 - 68
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 1	19 - 33
Setaccio 0, 5	14 - 25
Setaccio 0, 25	10 - 19
Setaccio 0, 063	5 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5,2% e il 5,8% in peso, sul peso del conglomerato e dovrà comunque identificarsi con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela, soprattutto nel caso di utilizzo nella miscela degli aggregati di granella di scoria da forno elettrico

I valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto  $D_p$  di provini addensati pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'Impresa.

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup></b>	
<b>Parametri</b>	<b>Valore richiesto</b>
Vuoti a <b>N<sub>10</sub></b> = 10 rotazioni	10 ÷ 15
Vuoti a <b>N<sub>p</sub></b> (da definire nello studio della miscela)	3 ÷ 5
Vuoti <b>N<sub>max</sub></b> (da definire nello studio della miscela)	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25° C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 0,75 10 <sup>-3</sup> GPa
Sensibilità all'acqua <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-12)	≥ 75%

<sup>(1)</sup> La pressa giratoria dovrà avere la configurazione prevista nell'Allegato B della Norma UNI EN 12697-31

<sup>(2)</sup> misura eseguita su provini confezionati con un numero di rotazioni pari a N<sub>p</sub>

#### **4.4 Studio della miscela in laboratorio**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **4.5 Formazione e confezione della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **4.6 Posa in opera della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche:

- le miscele saranno stese dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante motospazzatrice (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55% (C 55 B 3), scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 500 gr/m<sup>2</sup>. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa, al termine della quale l'Impresa avrà cura di trattare la superficie di posa con filler per impedire agli automezzi di cantiere di trascinare il legante nel percorso di ritorno;
- la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato e non potrà essere sovrapposta a strati eseguiti nella medesima giornata di lavoro salvo diverse disposizioni impartite dalla D.LL.; pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista sia prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura;

La superficie dello strato di usura, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di dimensioni diversificate.

#### **4.7 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **4.8 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Al termine della compattazione lo strato di collegamento, dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% della densità giratoria di progetto D<sub>p</sub> dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6 "Miscele bituminose - Metodi di prova - Parte 6: Determinazione della massa volumica in mucchio di provini bituminosi", su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

Per lo strato di usura dovranno, inoltre, essere verificate le seguenti prescrizioni:

- 1) dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% della densità giratoria di progetto  $D_p$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa.
- 8) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. La resistenza allo slittamento sarà valutata mediante il parametro PTV rilevato mediante il metodo del pendolo secondo Norma UNI EN 13036-4 *"Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali - Metodi di prova - Parte 4: Metodo per la misurazione della resistenza allo slittamento/derapaggio di una superficie: Metodo del pendolo"*, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,55; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,55, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.
- 9) La macrotestitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1, dovrà essere maggiore di 0,4 mm.
- 10) Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti di lunghezza superiore a 1.000 m dovrà risultare:  $IRI_{medio}/km \leq 1,2 \text{ mm/m}$  (deviazione standard non superiore a 0.4 mm/m).

Tutte le misure delle caratteristiche superficiali dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. La Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La superficie degli strati di collegamento e di usura in conglomerato bituminoso, a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà anche verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m. che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel limite di 4 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 10% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## **5 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER RISAGOMATURE**

### **5.1 Descrizione**

Il conglomerato utilizzato per risagomature è un materiale confezionato e messo in opera in analogia a quanto previsto per i conglomerati bituminosi tradizionali.

### **5.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design). L'assenza di tali marcature e/o dichiarazioni non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

#### **5.2.1 Aggregati.**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare negli strati di collegamento e usura tradizionali confezionati con bitume normale semisolido.

#### **5.2.2 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)**

Potrà essere usato conglomerato bituminoso di recupero (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere, con le modalità previste dalle Norme della serie 13108, nella misura massima del 30% in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo.

I rifiuti prodotti dall'attività dell'appaltatore, in qualità di produttore e detentore, devono essere da quest'ultimo allocati, trattati e conferiti ai sensi delle vigenti disposizioni normative in materia di tutela ambientale. Ogni onere di carattere amministrativo ed economico è a carico dell'appaltatore.

#### **5.2.3 Legante.**

Valgono le prescrizioni indicate per i bitumi da utilizzare negli strati di collegamento e usura tradizionali.

### **5.3 Caratteristiche della miscela bituminosa**

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1:2006. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

#### **Conglomerato per risagomature 0/20**

Questo conglomerato sarà utilizzato per risagomature prima della messa in opera di strati di collegamento. La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Setacci ISO 565</b> <i>(serie base + gruppo 2)</i>	<b>Passante in peso</b>
Setaccio 20	100
Setaccio 16	80 – 100
Setaccio 12.5	70 – 100
Setaccio 8	54 - 80
Setaccio 4	38 - 62
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 1	16 - 36
Setaccio 0, 5	9 – 27
Setaccio 0, 25	6 –19
Setaccio 0, 063	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% in peso, sul peso degli aggregati.

**Conglomerato per risagomature tipo 0/12**

Questo conglomerato sarà utilizzato per risagomature prima della messa in opera di strati di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Setacci ISO 565</b> <i>(serie base + gruppo 2)</i>	<b>Passante in peso</b>
Setaccio 12,5	100
Setaccio 8	74 - 100
Setaccio 4	43 - 68
Setaccio 2	25 - 45
Setaccio 1	19 - 23
Setaccio 0, 5	14 – 25
Setaccio 0, 25	10 –19
Setaccio 0, 063	5 - 11

Il tenore di legante modificato dovrà essere compreso tra il 5,2% ed il 5,5% in peso, sul peso degli aggregati.

**5.4 Formazione e confezione della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di base.

**5.5 Posa in opera della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di base.

**5.6 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di base.

## **6 CONGLOMERATO PER MARCIAPIEDI, AREE PEDONALI E PISTE CICLABILI**

### **6.1 Descrizione**

Il conglomerato, destinato ad impieghi particolari in zone non soggetto a traffico veicolare quali marciapiedi, aree pedonali e piste ciclabili in sede propria, è costituito da una miscela di aggregati, esclusivamente di frantumazione, e additivo (in accordo a quanto previsto nella Norma UNI EN 13043 *“Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico”*). Tale miscela, impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale (con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591 *“Specifiche per i bitumi per usi stradali”*) e previa essiccazione degli aggregati, sarà messa in opera esclusivamente mediante macchina vibrofinitrice e costipata con metallici lisci.

### **6.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design). L'assenza di tali marcature e/o dichiarazioni non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

#### **6.2.1 Aggregati**

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 *“Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”*;
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 *“Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”*.

#### **In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente**

**L'aggregato grosso** (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. Potrà, inoltre, essere costituito da elementi lapidei di provenienza o natura petrografica diversificata, purché le prove di caratterizzazione ed accettazione, eseguite sulle frazioni di aggregato che si intende impiegare, attestino il rispetto dei seguenti requisiti:

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 7) la perdita in peso alla prova Los Angeles, UNI EN 1097-2 deve essere inferiore al 25%;

- 8) affinità tra aggregato e bitume determinata secondo la Norma UNI EN 12697-11 parte A (metodo della bottiglia rotante) superiore al 95%;

**L'aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione. Dovrà inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- l'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, dovrà essere non inferiore al 60% per lo strato di collegamento ed all'80% per lo strato di usura;

Gli **additivi** (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree ovvero costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, dovranno essere costituiti da materiale non plastico E soddisfare ai requisiti posti dalla Norma UNI EN 13043.

### 6.2.2 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)

Potrà essere usato conglomerato bituminoso di recupero (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere, con le modalità previste dalle Norme della serie 13108, nella misura massima del 30% in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo.

I rifiuti prodotti dall'attività dell'appaltatore, in qualità di produttore e detentore, devono essere da quest'ultimo allocati, trattati e conferiti ai sensi delle vigenti disposizioni normative in materia di tutela ambientale. Ogni onere di carattere amministrativo ed economico è a carico dell'appaltatore.

### 6.2.3 Legante.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle Norme UNI EN 12591 *"Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali"*, per i bitumi semisolidi B 50-70. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative UNI EN già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base.

## 6.3 Caratteristiche della miscela bituminosa

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela degli aggregati da adottarsi le pavimentazioni bituminose dei marciapiedi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

<b>Setacci ISO 565</b> <i>(serie base + gruppo 2)</i>	<b>Passante in peso</b>
Setaccio 10	100
Setaccio 8	90 - 100
Setaccio 6,3	80 - 90
Setaccio 4	60 - 76
Setaccio 2	40 - 57
Setaccio 1	30 - 43
Setaccio 0,5	30 - 33
Setaccio 0,25	15 - 25
Setaccio 0,063	6 - 11

Il tenore di legante modificato dovrà essere compreso tra il 5,2% ed il 6,0% in peso, sul peso degli aggregati.

#### **6.4    *Studio della miscela in laboratorio***

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura tradizionale.

#### **6.5    *Formazione e confezione della miscela***

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura tradizionale.

#### **6.6    *Posa in opera della miscela***

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura tradizionale.

#### **6.7    *Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali***

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura tradizionale.



## CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUME MODIFICATO

Si tratta di conglomerati bituminosi del tutto simili a quelli tradizionali ma per i quali viene utilizzato come legante un bitume modificato con polimeri (**PmB**: *Polymer modified Bitumen*). In tal senso vanno distinti dai conglomerati modificati con compound polimerici di varia natura (**PmA**: *Polymer modified Asphalt*) che si caratterizzano per la mancanza di ritorno elastico del legante estratto. Quest'ultima tipologia di conglomerati non è considerata dalle presenti Norme Tecniche.

L'utilizzo di leganti bituminosi modificati ha lo scopo di migliorare le proprietà di adesione all'inerte e di coesione a livello di conglomerato e di migliorare la resistenza all'invecchiamento, nonché di potenziare le caratteristiche meccaniche del conglomerato.

### **7 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO**

#### **7.1 Descrizione**

Il conglomerato per strati di collegamento (binder) a legante modificato sarà utilizzato in tutte quelle situazioni per le quali è opportuno incrementare le caratteristiche meccaniche e di portanza del pacchetto bituminoso e sarà costituito da una miscela di aggregati frantumati secondo le definizioni della Norma UNI EN 13043. Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume *modificato* come descritto nell'articolo, previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

#### **7.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design). L'assenza di tali marcature e/o dichiarazioni non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

##### **7.2.1 Aggregati.**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare nello strato di collegamento confezionato con bitume normale semisolido.

##### **7.2.2 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)**

Potrà essere usato conglomerato bituminoso di recupero (fresato), previa sua riduzione a pezzature compatibili con la lavorazione in essere, con le modalità previste dalle Norme della serie 13108.

La percentuale in peso di materiale fresato riferita al totale della miscela di aggregati non potrà superare il 20% e sarà dipendente dalle caratteristiche dell'impianto e dalla capacità dell'Impresa di gestire il processo. Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero dovranno essere determinate in conformità alla Norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere

opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

La percentuale di conglomerato fresato da impiegare e le modalità di aggiunta andranno obbligatoriamente dichiarati nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori per definire i parametri di riferimento.

I rifiuti prodotti dall'attività dell'appaltatore, in qualità di produttore e detentore, devono essere da quest'ultimo allocati, trattati e conferiti ai sensi delle vigenti disposizioni normative in materia di tutela ambientale. Ogni onere di carattere amministrativo ed economico è a carico dell'appaltatore.

### 7.2.3 Legante modificato

Il legante da impiegare dovrà provenire dalla modifica di una base bituminosa attraverso l'aggiunta di un agente o compound modificante elastomerico di tipo stirene butadiene stirene (SBS).

Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile, anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio ed alla temperatura di impiego. La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella di impiego, dovrà essere verificata con la prova denominata "tuben test".

Il legante dovrà possedere le seguenti caratteristiche

REQUISITO	U.M.	valori	Norma di riferimento
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	UNI EN 1426
Punto di rammollimento P - A	° C	> 70	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	≤ - 12	UNI EN 12593
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	> 0.4	UNI EN 13302-2
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 80	UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio: <i>penetrazione residua punto di rammollimento (incremento)</i>	(dmm) °C	> 60 < 9	UNI EN 13399
Invecchiamento (RTFOT) <i>(variazione di P&amp;A)</i>	°C	≤ 5	UNI EN 12607-1
Invecchiamento (RTFOT) <i>(Penetrazione residua %)</i>	%	≥ 60	

### 7.3 Caratteristiche della miscela bituminosa

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La composizione granulometrica è la medesima prevista per lo strato di collegamento tradizionale.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra 4,5 e 5,0 % in peso, sul peso degli aggregati. Tale dosaggio, potrà tuttavia variare in relazione alla curva granulometrica adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Dovrà comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato, secondo i valori ottimi risultanti dallo studio della miscela in laboratorio.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup></b>	
<b>Parametri</b>	<b>Valore richiesto</b>
Vuoti a <b>N<sub>10</sub></b> = 10 rotazioni	10 ÷ 15%
Vuoti a <b>N<sub>p</sub></b> (da definire nello studio della miscela)	3 ÷ 5%
Vuoti <b>N<sub>max</sub></b> (da definire nello studio della miscela)	> 2%
Resistenza a trazione indiretta a 25° C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 1,0 10 <sup>-3</sup> GPa
Sensibilità all'acqua <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-12)	≥ 80%
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-26)	<i>Campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento</i>
	≥ 3500 MPa - ≤ 4500 MPa
	<i>Campioni riscaldati in forno dopo prelievo</i>
	≥ 4000 MPa - ≤ 5200 MPa

<sup>(1)</sup> La pressa giratoria dovrà avere la configurazione prevista nell'Allegato B della Norma UNI EN 12697-31

<sup>(2)</sup> misura eseguita su provini confezionati con un numero di rotazioni pari a N<sub>p</sub>

I valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto D<sub>p</sub> di provini addensati con pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'Impresa.

#### **7.4 Studio della miscela in laboratorio**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

#### **7.5 Formazione e confezione della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

#### **7.6 Posa in opera della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato confezionato con bitumi tradizionali, con le seguenti modifiche:

- La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C
- lo strato di collegamento, a seguito di fresatura, dovrà essere steso sullo strato sottostante, previa energica pulizia del medesimo mediante autospazzatrice; dovrà inoltre essere applicata una mano di attacco in emulsione bituminosa modificata, in ragione di 0.700 kg/m<sup>2</sup>;

#### **7.7 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

#### **7.8 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di collegamento.

## 8 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA

### 8.1 Descrizione

Il conglomerato per strati di usura a legante modificato, sarà costituito da una miscela di aggregati frantumati secondo le definizioni della Norma UNI EN 13043. Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume modificato come descritto nel successivo articolo, previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

### 8.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design). L'assenza di tali marcature e/o dichiarazioni non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

#### 8.2.1 Aggregati.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per gli aggregati da utilizzare nello strato di usura confezionato con bitume normale semisolido.

#### 8.2.2 Legante modificato.

Il legante dovrà possedere le seguenti caratteristiche

REQUISITO	U.M.	valore	Norma di riferimento
Penetrazione a 25°C	dmm	45-80	UNI EN 1426
Punto di rammollimento P - A	° C	80-95	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	≤ - 16	UNI EN 12593
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	> 0.5	UNI EN 13302-2
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 90	UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio: <i>penetrazione residua punto di rammollimento (incremento)</i>	(dmm) °C	> 60 < 9	UNI EN 13399
Invecchiamento (RTFOT) <i>(variazione di P-A in °C)</i>	°C	≤ 5	UNI EN 12607-1
Invecchiamento (RTFOT) <i>(Penetrazione residua %)</i>	%	≥ 60	

Il bitume modificato dovrà essere omogeneo e stabile, anche allo stoccaggio a caldo in serbatoio ed alla temperatura di impiego. La stabilità alla massima temperatura di stoccaggio, mantenibile per periodi limitati e corrispondente a quella di impiego, dovrà essere verificata con la prova denominata “tuben test”. Si potrà derogare nei casi di autoproduzione per cui il prodotto viene utilizzato immediatamente al termine del processo di maturazione senza stoccaggio prolungato. In tal caso il produttore dovrà dichiarare la produzione in proprio del prodotto e fornire il certificato di marcatura CE relativo.

### 8.2.3 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)

Dalla composizione della miscela resta esclusa qualsiasi possibilità di uso di materiale proveniente da recupero di pavimentazioni esistenti.

### 8.3 Caratteristiche della miscela bituminosa

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La composizione granulometrica dell'aggregato lapideo è la medesima prevista per lo strato di usura tradizionale.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra 5,2 e 5,5% in peso, sul peso degli aggregati. Tale dosaggio, potrà tuttavia variare in relazione alla curva granulometrica adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Dovrà comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato, secondo i valori ottimi risultanti dallo studio della miscela in laboratorio.

Il conglomerato dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup>	
Parametri	Valore richiesto
Vuoti a $N_{10}$ = 10 rotazioni	10 ÷ 15%
Vuoti a $N_p$ (da definire nello studio della miscela)	3 ÷ 5%
Vuoti $N_{max}$ (da definire nello studio della miscela)	> 2%
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (IT CY) <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 1,0 10 <sup>-3</sup> GPa
Sensibilità all'acqua <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-12)	≥ 80%
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-26)	Campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento
	≥ 3500 MPa - ≤ 4500 MPa
	Campioni riscaldati in forno dopo prelievo
	≥ 4000 MPa - ≤ 5200 MPa

<sup>(1)</sup> La pressa giratoria dovrà avere la configurazione prevista nell'Allegato B della Norma UNI EN 12697-31

<sup>(2)</sup> misura eseguita su provini confezionati con un numero di rotazioni pari a  $N_p$

I valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto  $D_p$  di provini addensati pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'Impresa.

#### **8.4 Studio della miscela in laboratorio**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura.

#### **8.5 Formazione e confezione della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura, con la seguente modifica:

- l'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà, di norma, superare lo 0,2 %.

#### **8.6 Posa in opera della miscela**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura, con le seguenti modifiche:

- La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C
- lo strato di usura, qualora realizzato a seguito di fresatura della pavimentazione esistente, dovrà essere steso sullo strato preesistente sottostante, previa energica pulizia del medesimo mediante autospazzatrice; su tale strato dovrà inoltre essere applicata una mano di attacco in emulsione bituminosa modificata (C 65 BP 4), in ragione di 0.700 kg/m<sup>2</sup>;

#### **8.7 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato bituminoso per strati di usura confezionati con bitume normale.

#### **8.8 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati bituminosi tradizionali per strati di usura.

## 9 CONGLOMERATI BITUMINOSI AD ALTO MODULO COMPLESSO

### 9.1 Descrizione

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di aggregati 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

### 9.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla DL la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design). L'assenza di tali marcature e/o dichiarazioni non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

#### 9.2.1 Aggregati

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1, la riduzione dei campioni in laboratorio dovrà essere eseguita in accordo alla Norma UNI EN 932-2.

I requisiti di accettazione degli aggregati impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI EN 932-3 *“Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata”*;
- Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 *“Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”*.

#### **In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente**

L'**aggregato grosso** (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito almeno per il 70% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, non superiore al 22% (LA<sub>25</sub>);
- 2) se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore 1;
- 3) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, inferiore all'1%;

L'**aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere 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" (Norma UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, una perdita in peso non superiore al 25%.

*L'equivalente in sabbia* determinato secondo la prova Norma UNI EN 933-8 dovrà essere superiore od uguale ad 80 per tutti gli strati.

**L'additivo minerale** (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo).

All'analisi granulometrica (UNI EN 933-10) l'additivo minerale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- totale passante al setaccio 2 mm: 100% in peso
- totale passante al setaccio 0.125 mm: > 85% in peso
- totale passante al setaccio 0.063 mm: > 75% in peso

Nella miscela di aggregati che costituisce il conglomerato bituminoso dovrà essere utilizzato esclusivamente materiale derivante da frantumazione. In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

### 9.2.2 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)

Dalla composizione della miscela resta esclusa qualsiasi possibilità di uso di materiale proveniente da recupero di pavimentazioni esistenti.

### 9.2.3 Legante

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla tabella:

REQUISITO	U.M.	valore	Norma di riferimento
Penetrazione a 25 °C	dmm	20 ÷ 30	UNI EN 1426
Punto di rammolimento P.A.	°C	60 ÷ 100	UNI EN 1427
Viscosità dinamica a 100 °C	Pa·s	> 65	UNI EN 13302-2
Viscosità dinamica a 160 °C	Pa·s	> 0.7	
Ritorno elastico a 25°C	%	> 80	UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio: <i>penetrazione</i> <i>punto di rammolimento</i>	$\Delta$ (dmm) $\Delta_T$ (°C)	< 5 < 9	UNI EN 13399
Invecchiamento (RTFOT) <i>(variazione di P-A in °C)</i>	°C	≤ 8	UNI EN 12607-1
Invecchiamento (RTFOT) <i>(Penetrazione residua %)</i>	%	≥ 60	

### 9.3 Caratteristiche della miscela bituminosa

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-1. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno dei seguenti fusi di riferimento rappresentati nelle seguenti tabelle, per strati di base e binder:



<b>Setacci ISO 565</b> (serie base + gruppo 2)	<b>Passante in peso</b>	
	<b>BASE</b>	<b>BINDER</b>
Setaccio 31,5	100	-
Setaccio 20	90 - 100	100
Setaccio 16	80 - 100	83 - 100
Setaccio 12,5	62 - 90	72 - 92
Setaccio 8	45 - 68	56 - 77
Setaccio 4	32 - 50	37 - 57
Setaccio 2	20 - 36	27 - 40
Setaccio 1	16 - 29	20 - 33
Setaccio 0, 5	13 - 22	14 - 26
Setaccio 0, 25	10 - 17	10 - 19
Setaccio 0, 063	6 - 12	6 - 12

Il tenore di bitume, sul peso totale degli aggregati, dovrà essere compreso fra 4.8 % e 6.0 % per lo strato di base; tra 5.2% e 6.5% per lo strato di collegamento. La percentuale ottimale dovrà essere determinata attraverso studio della miscela eseguito secondo il metodo volumetrico.

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup></b>	
<b>Parametri</b>	<b>Valore richiesto</b>
Vuoti a $N_{10}$ = 10 rotazioni	10 ÷ 12%
Vuoti a $N_p$ (da definire nello studio della miscela)	1 ÷ 4%
Vuoti $N_{max}$ (da definire nello studio della miscela)	> 1%
Resistenza a trazione indiretta a 25° C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 1,3 10 <sup>-3</sup> GPa
Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-26)	<i>Campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento</i>
	≥ 7000 MPa - ≤ 9500 MPa
	<i>Campioni riscaldati in forno dopo prelievo</i>
	≥ 8000 MPa - ≤ 10500 MPa

<sup>(1)</sup> La pressa giratoria dovrà avere la configurazione prevista nell'Allegato B della Norma UNI EN 12697-31

<sup>(2)</sup> misura eseguita su provini confezionati con un numero di rotazioni pari a  $N_p$

I valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto  $D_p$  di provini addensati pressa giratoria; il numero di giri corrispondenti dovranno essere definiti assieme al numero massimo di giri nello studio presentato dall'Impresa.

#### **9.4 Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione degli strati ad alto modulo, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche

fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo volumetrico, da realizzare secondo le modalità descritte al precedente art. 9.3.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. A tal proposito si segnala la necessità di comporre la miscela ottimale in modo che essa possa rispondere in opera sia alle richieste relative alla percentuale di vuoti quanto al grado di addensamento.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- $\pm 5\%$  sull'aggregato grosso;
- $\pm 2\%$  sull'aggregato fine;
- $\pm 1.5\%$  sulla quantità di filler;
- $\pm 0.25\%$  sulla quantità di bitume.

### **9.5 Formazione e confezione della miscela**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati di tipo discontinuo, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti ed efficienti 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.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso, mediante idonea apparecchiatura 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 miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata a deposito degli aggregati 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 di inerte dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori dovrà eseguirsi con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento dell'aggregato; una perfetta vagliatura dovrà assicurare una idonea riclassificazione delle singole classi di inerte; dovrà essere garantito l'uniforme riscaldamento della miscela.

Resta pertanto escluso l'uso di impianto a scarico diretto.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli aggregati con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25-30 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante tra 170 e 180° C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori 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 di norma superare lo 0,5%.

## **9.6 Posa in opera della miscela**

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.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto del confezionamento non dovrà superare i 180° C e quella della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C.

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 vibranti con ruote metalliche con peso di almeno 10 ton.

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.

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 compatibilmente con la temperatura del primo strato tale da consentire il passaggio dei mezzi di stesa senza danno per lo strato; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa modificata in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

### **9.7    *Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali***

Alla formulazione definita a seguito di studio sperimentale e approvata dalla Direzione Lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente in fase di esecuzione dei lavori, comprovandone l'osservanza con esami giornalieri; pertanto per ogni giornata di produzione è fatto carico all'appaltatore il prelievo di un campione di conglomerato sfuso, da effettuarsi durante la stesa, per ogni tipo di materiale messo in opera. Il prelievo andrà fatto in contraddittorio con un rappresentante della Stazione Appaltante. Apposito contenitore, oltretutto il personale necessario ad effettuare il prelievo sarà messo a disposizione da parte dell'Appaltatore.

Gli oneri delle attività di cui sopra sono da intendersi compensati all'interno delle spese generali applicate dall'Appaltatore in fase di offerta.

Per ogni campione andrà compilato e sottoscritto apposito verbale messo a disposizione dalla Stazione Appaltante.

Ove personale della Stazione Appaltante, anche se previamente avvisato, non potesse presenziare, l'Appaltatore dovrà comunque procedere con il prelievo del materiale di cui sopra, mettendolo a disposizione, il giorno successivo. Il campione così prelevato sarà inteso come esemplare rappresentativo della produzione giornaliera per tipologia di materiale. In conseguenza, la massa volumica accertata in tale campione sfuso si intende senz'altro accettata da tutte le parti e costituirà elemento di riferimento per le successive carote prelevate in stesa e per i parametri.

Allo scopo, in corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni nonché in fasi successive la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali, presso Laboratorio qualificato e di propria insindacabile fiducia.

### **9.8    *Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni***

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 95% di quella Marshall o della densità giratoria di progetto  $D_p$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, mentre la densità dello strato di binder dovrà rispettare il limite inferiore del 97% della densità  $D_p$  sempre rilevata all'impianto o alla stesa.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove.

La superficie dello strato in conglomerato bituminoso (o di ogni singolo strato, qualora la base sia ottenuta per sovrapposizione di strati distinti), a seguito di costipamento, dovrà presentarsi priva di irregolarità, ondulazioni e segregazione degli elementi di diverse dimensioni.

La regolarità superficiale sarà verificata con un'asta rettilinea lunga 4 m che, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascun strato, dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti occasionali e contenuti nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto. Non saranno consentiti scostamenti per lo spessore dello strato finito: saranno previste tolleranze, in più o in meno, fino al 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

## **10 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATO DI USURA TIPO “SPLITTMASTIX-ASPHALT” (SMA)**

### **10.1 Descrizione**

Il conglomerato bituminoso tipo SPLITTMASTIX ha la funzione di migliorare in maniera particolarmente sensibile tutte le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di usura accoppiandone i vantaggi funzionali che si ottengono da un corretto uso della macrorugosità, inducendo effetti benefici sulla sicurezza del traffico veicolare grazie all'aumento della rugosità superficiale delle pavimentazioni rispetto agli strati di usura tradizionali.

### **10.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Gli aggregati possono essere costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, provenienti da processo industriale siderurgico o altro, in tutti i casi dovranno essere conformi alle norme e regolamenti in vigore e dovranno corrispondere ai requisiti generali successivamente indicati.

L'identificazione e la qualifica dei materiali dovranno essere effettuate in conformità al Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, di seguito Regolamento prodotti da costruzione CPR 305/11.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dal predetto Regolamento, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla Marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA delle singole Norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. L'Impresa dovrà fornire alla D.LL. la Dichiarazione di Prestazione (DoP) relativa ai singoli materiali impiegati, siano essi prodotti che materiali costituenti.

Tali marcature e/o dichiarazioni dovranno essere allegate allo studio di formulazione delle miscele (mix design). L'assenza di tali marcature e/o dichiarazioni non potrà mai essere invocata dall'Appaltatore a richiesta di proroga alla data di consegna dei lavori.

#### **10.2.1 Aggregati**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati dovranno essere identificati, qualificati ed accettati in conformità alle Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008 e s.m.i.); potranno essere sia aggregati naturali quanto artificiali provenienti da processo industriale siderurgico o altro purché risultino conformi alle norme e regolamenti in vigore ed alle prescrizioni seguenti e derivino esclusivamente da frantumazione.

**L'aggregato grosso** (frazione di dimensioni maggiori di 2 mm) dovrà essere costituito da elementi granulari sani, duri di forma poliedrica, a spigoli vivi, provenienti esclusivamente da processo di frantumazione di rocce magmatico-effusive di tipo basaltico e porfirico o costituito da aggregati industriali quali scorie di forno elettrico così come previsto dalla norma UNI EN 13043 per gli aggregati da utilizzare negli strati di usura delle pavimentazioni stradali. Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli aggregati impiegati dovrà corrispondere a quanto previsto dalla marcatura ed etichettatura CE dei prodotti secondo quanto previsto all'appendice ZA della norma UNI EN 13043 e verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella suddetta norma.

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1.

#### **In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente**

Per ogni singola pezzatura costituente l'aggregato grosso dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:

- 1) il 100% del materiale deve provenire da frantumazione;
- 11) la perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, deve essere inferiore al 18%;
- 12) il valore di levigabilità (PSV) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 45;
- 13) se richiesto dalla Direzione Lavori, la perdita di resistenza dopo gelo e disgelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non dovrà essere superiore a 1;

- 14) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 933-2, deve essere nullo;
- 15) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 15;
- 16) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore a 12%;

**L'aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 2 mm) deve essere costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione, risultanti dalla produzione dell'aggregato grosso avente le caratteristiche sopra riportate. Dovrà inoltre rispondere al seguente requisito:

- L'equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, dovrà essere non inferiore al 80%.

**L'additivo minerale** (filler) dovrà essere costituito da materiale polverulento, proveniente dalla macinazione di rocce calcaree o dolomitiche a struttura amorfa (non cristallina), oppure da un materiale sintetico di natura prevalentemente calcarea (cemento Portland normale o cemento crudo) e dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- essere completamente passante al setaccio 2 mm della serie UNI EN 13043;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,125 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 90.
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm della serie UNI EN 13043 non inferiore a 85.

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI EN 933-10.

#### 10.2.2 Conglomerato bituminoso di recupero (fresato)

Dalla composizione della miscela resta esclusa qualsiasi possibilità di uso di materiale proveniente da recupero di pavimentazioni esistenti.

#### 10.2.3 Legante

Il legante dovrà essere costituito da bitume semisolido per usi stradali e dovrà provenire dalla modifica di una base bituminosa attraverso l'aggiunta di un agente o compound modificante elastomerico di tipo stirene butadiene stirene (SBS). Il legante così ottenuto al termine del processo di maturazione dovrà presentarsi stabile nel tempo e con un ampio intervallo di elastoplasticità.

REQUISITO	U.M.	valore	Norma di riferimento
Penetrazione a 25°C	dmm	45-55	UNI EN 1426
Punto di rammollimento P - A	° C	75-85	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	≤ - 16	UNI EN 12593
Viscosità dinamica 100°C	Pa·s	> 70	UNI EN 13302-2
Viscosità dinamica 160°C	Pa·s	> 0.6	
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 90	UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio: penetrazione punto di rammollimento	Δ (dmm) Δ <sub>T</sub> (°C)	< 5 < 9	UNI EN 13399
Invecchiamento (RTFOT) (variazione di P-A in °C)	°C	≤ 5	UNI EN 12607-1
Invecchiamento (RTFOT) (Penetrazione residua %)	%	≥ 60	

### 10.3 Caratteristiche della miscela bituminosa

In accordo a quanto fissato dalla Direttiva 89/106/CEE ed applicabile ai conglomerati bituminosi, si dovrà garantire la produzione di tutte le miscele nel rispetto delle caratteristiche essenziali ed in conformità a quanto espresso nell'appendice ZA delle Norme UNI EN 13108-5. In ogni caso il conglomerato dovrà essere conforme anche ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente.

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare una composizione granulometrica compresa all'interno dei seguenti fusi di riferimento rappresentati in tabella:

<b>Setacci ISO 565</b> (serie base + gruppo 2)	<b>Passante in peso</b>	
	<b>SMA 12</b>	<b>SMA 8</b>
Setaccio 12.5	100	-
Setaccio 10	81 - 100	100
Setaccio 8	60 - 88	90 - 100
Setaccio 6.3	-	70 - 90
Setaccio 4	30 - 52	35 - 60
Setaccio 2	22 - 34	23 - 35
Setaccio 1	16 - 26	18 - 29
Setaccio 0, 5	11 - 21	13 - 23
Setaccio 0, 25	10 - 18	10 - 18
Setaccio 0, 063	8 - 14	8 - 14

Lo SMA12 andrà utilizzato per spessori compresi tra 3 e 5 cm; lo SMA8 per strati di 2÷3 cm

Il legante descritto in precedenza, sarà aggiunto nella dose tra il 5.5% e il 7.0 % ed andrà ottimizzato per ogni singolo strato attraverso uno studio della miscela.

In nessun caso sarà tollerato l'utilizzo di materiale proveniente dalla fresatura e/o demolizione di conglomerati bituminosi.

Il conglomerato dovrà rispondere ai requisiti rappresentati nella tabella che segue dove i valori di riferimento per il controllo delle densità saranno quelli corrispondenti alla densità ottimale di progetto  $D_p$  la quale viene determinata per un numero di giri da definire, assieme al numero massimo di giri, nello studio presentato dall'Impresa.

<b>METODO VOLUMETRICO (Norma UNI EN 12697-31) <sup>(1)</sup></b>		
<b>Parametri</b>	<b>Valore richiesto</b>	
Vuoti a $N_{10}$ = 10 rotazioni	10 ÷ 12%	
Vuoti a $N_p$ (da definire nello studio della miscela)	1 ÷ 4%	
Vuoti $N_{max}$ (da definire nello studio della miscela)	> 1%	
Resistenza a trazione indiretta a 25° C <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-23)	> 1,0 10 <sup>-3</sup> GPa	
Sensibilità all'acqua <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-12)	≥ 80%	

Modulo di rigidezza a 20° C (IT CY) <sup>(2)</sup> (UNI EN 12697-26)	≥ 4000 MPa - ≤ 5200 MPa	<i>Campioni confezionati senza ulteriore riscaldamento</i>
	≥ 4500 MPa - ≤ 6000 MPa	<i>Campioni riscaldati in forno dopo prelievo</i>

<sup>(1)</sup> La pressa giratoria dovrà avere la configurazione prevista nell'Allegato B della Norma UNI EN 12697-31

<sup>(2)</sup> misura eseguita su provini confezionati con un numero di rotazioni pari a  $N_p$

#### **10.4 Studio della miscela in laboratorio**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato, l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, uno studio di fattibilità e di ottimizzazione, mediante il quale definire i componenti della miscela, le relative caratteristiche fisico-meccaniche e i dosaggi necessari per la produzione di un conglomerato bituminoso in grado di meglio soddisfare ai requisiti di accettazione previsti dal presente Capitolato.

Gli esiti e le conclusioni dell'indagine preliminare (mix-design) dovranno essere opportunamente documentati con tutti i certificati relativi alle prove di laboratorio effettuate, sia sui materiali componenti che sul conglomerato da utilizzare in fase di stesa.

Lo studio di fattibilità e ottimizzazione sui singoli componenti del conglomerato bituminoso, nonché sul prodotto finale, dovrà concernere la scelta del legante e degli aggregati lapidei nelle varie pezzature. Dovranno essere indicati: tipo, qualità e dosaggio del bitume; natura e provenienza dell'inerte mediante la certificazione della marcatura CE; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica (UNI EN 933-1), la massa volumica apparente dei granuli (UNI EN 1097-6) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione (art. 4.5.2.a/b/c).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante metodo volumetrico, da realizzare secondo le modalità descritte al precedente art. 4.5.2.c.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, di approvare i risultati prodotti dall'Impresa o di fare studiare diverse formulazioni dell'impasto.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. A tal proposito si segnala la necessità di comporre la miscela ottimale in modo che essa possa rispondere in opera alle richieste relative al grado di addensamento.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente, saranno tollerati scostamenti, rispetto allo studio di formulazione, pari a:

- ±5% sull'aggregato grosso;
- ±2% sull'aggregato fine;
- ±1.5% sulla quantità di filler;
- ±0.25% sulla quantità di bitume.

#### **10.5 Formazione e confezione della miscela**

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'utilizzo d'impianti in continuo purché il dosaggio dei componenti della miscela possa essere costantemente controllato.

L'impresa appaltatrice dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato.

La temperatura di stoccaggio del legante bituminoso deve essere garantita (compresa tra i 150°C e i 170°C), come lo deve essere quella degli aggregati lapidei al momento della miscelazione (175°C ÷ 185°C). L'umidità residua degli aggregati lapidei dopo l'uscita dall'essiccatore non deve superare lo 0.25% in peso.

Si dovrà fare uso di almeno quattro classi granulometriche ed il tempo di miscelazione deve essere stabilito in base alle caratteristiche dell'impianto e del prodotto finale che si vuole raggiungere.



## **10.6 Posa in opera della miscela**

Il conglomerato bituminoso confezionato sarà steso sul piano sottostante solo dopo che la Direzione Lavori avrà accertato con esito favorevole la sua rispondenza nei valori di quota, sagoma e compattezza specificati nel progetto. La posa in opera dei conglomerati bituminosi sarà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori che devono risultare perfettamente funzionanti e dotate di automatismi di autolivellamento. La finitrice dovrà procedere ad una velocità tale da garantire una compattazione iniziale tale da permettere all'azione dei rulli compattatori di raggiungere l'addensamento richiesto dello strato; indicativamente la finitrice non dovrà procedere ad una velocità superiore a 4-5 m/min e comunque tale da non compromettere la finitura superficiale dello strato con formazione di striature e/o vespai.

Nella posa in opera si deve dare la massima attenzione alla formazione dei giunti longitudinali, avendo cura di garantire la loro adesione alla strisciata a fianco sia essa nuova o preesistente, se necessario il giunto andrà trattato con emulsione modificata spruzzandola direttamente sul bordo della strisciata per garantire e ottimizzare l'adesione della stesa successiva. Il giunto longitudinale non deve mai cadere in corrispondenza delle fasce della corsia interessate normalmente dalle ruote dei veicoli.

Quando il bordo della strisciata sia danneggiato o arrotondato, si dovrà ricorrere al taglio verticale con idonea attrezzatura. La stessa operazione dovrà essere eseguita per i giunti orizzontali. Il trasporto del conglomerato, dall'impianto fisso di confezionamento al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare il raffreddamento e la formazione di una crosta superficiale del conglomerato bituminoso.

La temperatura del conglomerato all'uscita della macchina vibrofinitrice non deve essere inferiore a 160° C. I lavori di stesa del manto stradale dovranno essere sospesi quando le condizioni meteorologiche ne compromettano la buona esecuzione e di norma non al di fuori dell'intervallo di temperature 5°C ÷ 40°C. Gli strati che risultano compromessi devono essere rimossi e ricostruiti a spese dell'impresa. Il costipamento deve avvenire immediatamente dopo la stesa del conglomerato dalla macchina vibrofinitrice e deve essere portata a termine senza nessuna interruzione. Si avrà cura che il costipamento sia condotto con la tecnologia più adeguata utilizzando rulli compattatori a cilindri metallici del peso massimo di 14 ton. Per evitare che il conglomerato bituminoso possa aderire al rullo dovrà essere utilizzato un prodotto antistatico, una soluzione speciale che deve essere spruzzata direttamente in fase d'opera sui rulli compattatori. La superficie degli strati al termine del costipamento deve presentarsi priva di qualsiasi irregolarità ed ondulazione.

## **10.7 Controllo dei requisiti di accettazione dei materiali**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di tipo tradizionale.

## **10.8 Controllo dei requisiti ed accettazione delle lavorazioni**

Al termine della compattazione per lo strato di usura SMA, dovranno essere verificate le seguenti prescrizioni

- 1) dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% della densità giratoria di progetto  $D_p$  dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa
- 2) Il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. La resistenza allo slittamento sarà valutata mediante il parametro PTV rilevato mediante il metodo del pendolo secondo Norma UNI EN 13036-4 *"Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali - Metodi di prova - Parte 4: Metodo per la misurazione della resistenza allo slittamento/derapaggio di una superficie: Metodo del pendolo"*, sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,55; soddisfacente, per valori compresi tra 0,40 e 0,55, in questo caso il conglomerato verrà penalizzato; insufficiente e quindi non accettabile per valori inferiori a 0,40.
- 3) La macrotestitura superficiale dello strato, rilevata mediante strumento laser rispondente alla Norma ISO 13473 ed espresso come valore MPD (Mean Profile Depth), ovvero espressa in termini di altezza di sabbia (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1, dovrà essere maggiore di 0,8 mm.

- 4) Il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare. L'International Roughness Index (IRI) misurato su tratti più lunghi della stessa strada dovrà risultare:  $IRI_{medio}/km \leq 1,2 \text{ mm/m}$  (deviazione standard non superiore a 0.4 mm/m).

Le misure di aderenza longitudinale, MPD (HS) e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 60° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su qualsiasi tratto stradale; nei tratti esclusi dalle misure, la Direzione Lavori potrà disporre la realizzazione di quei rilievi che riterrà necessari in relazione allo stato della pavimentazione e alle carenze funzionali individuabili visivamente.

La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 10 cm di diametro, prelevate in numero significativo per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Particolare cura dovrà essere nel riempimento delle cavità rimaste negli strati superficiali dopo il prelievo delle carote.

## CONGLOMERATI BITUMINOSI CONFEZIONATI A TIEPIDO (WMA Warm Mix Asphalt)

### 11 I CONGLOMERATI A TIEPIDO

I conglomerati bituminosi possono essere confezionati a tiepido in funzione di esigenze ambientali e/o esigenze di natura stagionale.

Le prime vanno interpretate nell'attenzione che si deve porre al rispetto delle normative ambientali e più precisamente alla riduzione delle emissioni in atmosfera sia nella fase di confezionamento quanto in quella alla stesa, favorendo così anche una maggior salubrità dei luoghi di lavoro e minori emissioni odorigene.

Le esigenze di natura stagionale possono verificarsi nella necessità di interventi manutentivi da programmare nella stagione tardo autunnale o invernale. In tal caso per poter garantire le migliori condizioni di messa in opera e compattazione dei conglomerati, per poter raggiungere il grado di addensamento delle miscele ricercato, il progettista o il Direttore dei Lavori potranno richiedere l'esecuzione dei conglomerati con tecnologia a tiepido.

In ogni caso la tecnologia a tiepido andrà utilizzata per tutte le strade urbane e per le tratte di strade extraurbane poste a distanze inferiori ai 1000 m dai centri abitati (Riferimento Regolamento di esecuzione e attuazione del codice della strada, art. 5), limitando la temperatura di messa in opera a 110 °C.

Analogamente per quanto stabilito in materia di conglomerati confezionati a caldo i conglomerati a tiepido dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere corredato della Marcatura CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

L'impresa ha l'obbligo di eseguire le prove preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti (aggregati lapidei, leganti bituminosi ed eventualmente conglomerato bituminoso di recupero) che intende utilizzare nel confezionamento delle miscele; i risultati di tali prove dovranno essere presentati all'interno dello studio di formulazione (mix design) del conglomerato assieme alla dichiarazione della tecnologia e dei prodotti che intende adottare per il confezionamento delle miscele a tiepido.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori gli studi di formulazione delle composizioni ottimali, corredati dei risultati delle prove di validazione. Dette prove dovranno essere eseguite, per ogni tipo di miscela bituminosa prevista dalle presenti prescrizioni tecniche, nello stesso anno solare in cui viene eseguita la messa in opera e prontamente aggiornate qualora dovessero verificarsi cambiamenti dei materiali costituenti o nel processo produttivo.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-20, dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti prescrizioni tecniche ai corrispondenti paragrafi relativi al confezionamento a caldo.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

Lo studio di formulazione delle miscele dovrà essere presentato dall'impresa appaltatrice alla Direzione Lavori, con almeno due settimane di anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, e dovrà essere di data non anteriore a sei mesi. Questo studio avrà validità per l'Ente Appaltante per i sei mesi successivi alla data di presentazione.

### **11.1 Descrizione**

I conglomerati a tiepido costituiscono una famiglia di conglomerati confezionati con impianti tradizionali ed a temperature variabili, a seconda della tecnologia utilizzata, tra 80 °C e 130 °C, nel rispetto di tutte le norme e specifiche presenti in questo Capitolato relative ai conglomerati confezionati a caldo.

Pertanto, al termine delle operazioni di messa in opera e compattazione, anche le prestazioni sia meccaniche che funzionali saranno identiche a quelle degli analoghi conglomerati confezionati a caldo.

### **11.2 Tecnologie di fabbricazione**

Potranno essere usate tutte quelle tecnologie in grado di ridurre la viscosità del bitume utilizzato allo scopo di rendere possibile la messa in opera a temperature inferiori a 110 °C, garantendo lo stesso grado di addensamento richiesto per i conglomerati confezionati a caldo.

In via indicativa e non esaustiva i processi di fabbricazione potranno far uso di tecnologie riconducibili ai seguenti tipi:

- tecnologie basate sulle capacità schiumogene del bitume;
- tecnologie basate sull'aggiunta di additivi organici o chimici;
- tecnologie basate sulla gestione del tenore d'acqua nella miscela degli aggregati.

### **11.3 Controlli**

Per i conglomerati a tiepido valgono le stesse prescrizioni indicate per i corrispondenti conglomerati confezionati a caldo, particolare attenzione sarà posta alla misura della temperatura allo scarico degli autocarri quanto alla stesa dietro la finitrice. Temperature eccedenti la soglia indicata dal produttore in fase di studio e legata alla particolare tecnologia adottata farà decadere la qualifica di conglomerato prodotto a tiepido con tutte le conseguenze e le penalizzazioni previste dal presente Capitolato

## **PENALITÀ E LIMITI DI ACCETTAZIONE**

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Tutte le detrazioni definite di seguito sono cumulabili.

Nel caso in cui l'ammontare complessivo delle detrazioni eguagli o superi il 50% del relativo prezzo di elenco, è facoltà dell'Amministrazione appaltante ordinare la rimozione o il rifacimento delle opere realizzate, a totale cura e spese dell'Impresa e fatta salva l'eventuale richiesta di risarcimento per danni.

### **Aderenza**

Qualora il valore medio, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 50 m per aderenza longitudinale e macrorugosità 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 con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili per gli strati di usura sono per l'aderenza longitudinale minori di 40 e per il MPD o HS minori di 0,25.

Qualora il valore di aderenza longitudinale e/o di MPD sia inferiore a tali valori si dovrà procedere, con oneri a totale carico dell'esecutore, alla rimozione completa dello strato con fresa ed alla messa in opera di un nuovo strato. Nel caso in cui non si raggiungano i valori prescritti ma i valori rilevati siano, comunque, al di sopra della soglia di inaccettabilità verrà applicata una detrazione pari al 20%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza alla scivolosità degli strati direttamente soggetti al traffico, verranno presi in considerazione sia i valori PTV misurati sugli strati appena finiti, che la riduzione di tali valori rilevata a 2 mesi dall'apertura al traffico: i limiti di accettabilità per tali valori saranno rispettivamente di 5 punti in meno per quelli relativi agli strati appena finiti e di 3 punti in più per quelli relativi alla riduzione dei valori stessi rilevata dopo 2 mesi di assoggettamento al traffico.

In caso di accertata carente resistenza allo scivolamento, la D.LL. potrà ordinare tutte quelle lavorazioni atte a rendere accettabile, al fine della rugosità superficiale, la pavimentazione stessa; gli oneri derivanti saranno a completo e totale carico dell'Impresa.

### **Regolarità**

Qualora i valori medi dell'I.R.I., come precedentemente definiti, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore dell'I.R.I. fosse superiore a 4,5 mm per m. e/o l'irregolarità relativa a tutto lo spettro risulti superiore od uguale a 10 mm oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore od uguale a 4 mm e per le onde medie maggiore od uguale a 9 mm, si dovrà procedere gratuitamente alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato.

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

### **Spessore degli strati**

La determinazione dello spessore degli strati sarà effettuata su carote, di diametro compreso tra 100 e 200 mm, prelevate casualmente dalla Committente ed in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione giornalmente messa in opera, dovranno essere effettuate misure eseguite con le modalità descritte nella Norma UNI EN 12697-29:2020 "Miscele bituminose - Metodi di prova - Parte 29: Determinazione delle dimensioni dei provini di bitume".

Per la determinazione delle penali si procederà alla quantificazione dello scostamento percentuale dello spessore medio  $S_M$  come sopra rispetto allo spessore di progetto. Per tutti gli strati in conglomerato bituminoso sarà tollerato uno scostamento negativo massimo del 3%. Qualora lo scostamento eccedesse a tolleranza si applicherà una detrazione così calcolata:

$$D = \left( \frac{S_M - S_P}{S_P} - \Delta \right) \cdot 3 \cdot P_E \cdot A$$

dove:

$S_P$  = spessore di progetto

$S_M$  = spessore medio misurato da carota

$\Delta$  = tolleranza in %

$P_E$  = prezzo di elenco (€/m<sup>2</sup>)

$A$  = area di influenza carota in m<sup>2</sup>

La superficie di detrazione  $A$  sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza della carota precedente e la metà della distanza della carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

### **Caratteristiche volumetriche**

Qualora il conglomerato non risponda al parametro volume dei vuoti di progetto indicati nello studio di formulazione verrà applicata una detrazione in euro pari al 20 % sull'area di influenza della carota secondo il seguente calcolo:

$$D_1 = 0,20 \cdot P_E \cdot A$$

dove:

$D_1$  = detrazione in euro;

$P_E$  = prezzo di elenco;

$A$  = area di influenza carota in m<sup>2</sup>

In alternativa si potranno valutare le caratteristiche di compattezza degli strati finiti per i quali potrà essere accettata con penalizzazione, ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori, una percentuale di addensamento inferiore al minimo previsto, contenuta all'interno del 10%. In tal caso per i valori accertati, corrispondenti ad una minor quantità di materiale posto in opera, verrà applicata a titolo di penale una riduzione al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, secondo la seguente relazione:

$$D_2 = P_E \cdot 5 \cdot (Ad_c \% - Ad_{NT} \%)$$

dove:

$D_2$  = detrazione in euro;

$P_E$  = prezzo di elenco;

5 = coefficiente correttivo;

$Ad_c\%$  = percentuale di addensamento rilevata nelle carote prelevate in stesa;

$Ad_{NT}\%$  = percentuale di addensamento prevista dalle Norme Tecniche;

Ove i valori di addensamento superassero il campo di accettazione dovrà provvedersi alla sostituzione del materiale posto in opera con oneri ad esclusivo carico dell'Appaltatore

### **Dosaggio di Bitume**

La quantità di bitume contenuta nell'impasto, risultante quale media di un insieme di determinazioni effettuate su una singola corsia o tratta, non dovrà scostarsi più di 0,3 in più o in meno rispetto alla % ottima prevista dall'Impresa e approvata dalla Direzione Lavori; qualora lo scostamento sia maggiore e sino al 10%, verrà applicata a titolo di penale al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso la stessa riduzione percentuale.

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

Se il dosaggio medio del bitume si scosta oltre il 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

### **Aggregati**

Alla curva granulometrica delle singole percentuali; non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso di +/- 5 %; e non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/- 2 %; per il passante al setaccio UNI 0,075 mm di +/- 1,5% superati tali limiti l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

È comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori, se le variazioni dovessero rientrare nei limiti dei fusi di progetto, l'accettazione del materiale con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 2% al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nell'elenco prezzi unitari, per ogni classe di aggregati errati (filler, aggregato fino e aggregato grosso).

### **Conglomerato bituminoso**

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione la resistenza a trazione indiretta ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_3 = P_E \cdot (C - ITS)$$

dove:

$D_3$  = detrazione in euro;

$P_E$  = prezzo di elenco;

$ITS$  = valore di resistenza a trazione indiretta determinata in laboratorio

$C$  = coefficiente che assume i seguenti valori:

conglomerati tradizionali	0.75
conglomerati a legante modificato e SMA	1.00
conglomerati alto modulo	1.30

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella seguente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

conglomerati tradizionali	0.50
conglomerati a legante modificato e SMA	0.70
conglomerati alto modulo	0.85

### PARTE III

#### NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI ALTRO GENERE

##### ART. 12 - 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 mondici 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  $W_p$ ) e dallo stato plastico allo stato liquido (limite di liquidità  $W_L$  nonchè 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 71 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 granulometria: 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 AASHO 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 massiciata 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/mm<sup>2</sup> 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 prelevarsi 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 pianate 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, purché 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 dalle 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 ( $7 \text{ gg. } 23^\circ \pm 2^\circ\text{C}$  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  $0,3 \pm 0,05 \text{ Kgm}$ . (supporto in calcestruzzo delle dimensioni  $100 \times 100 \times 30 \text{ mm.}$ , confezionato con cemento 425 dosato a  $350 \text{ Kg/mc.}$ ).



- 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.

### **ART. 13 - 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.

### **ART. 14 - 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 la formazione 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.

#### **ART. 15 - 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 rivolgimenti, 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.

#### **ART. 16 - 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.

#### **ART. 17 - 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 connessioni 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.

#### **ART. 18 - 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.

#### **ART. 19 - 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.

#### **ART. 20 - -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° 20 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-pozzolanicò 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 diritti 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
- O2 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° 20 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° 20 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 turbobibrocentrifugato, 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° 20 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±2°C e umidità relativa del 65±5%).

L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di (1.6±0.1 kg/dm³):

- 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±1°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°C descritti ai richiesti 120°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°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 kg/m<sup>3</sup>).

- 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 100x100x30 cm, confezionato con cemento 425 dosato a 350 kg/mc).

- 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 poliuretatiche) più n. 1 ripresa finale ad ultimazione lavori in cantiere.

#### **Art. n° 20 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 sopradDETTO; 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 f 600 massimo numero strati 5, f 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 f 500-600  $1=ml$  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.20/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 toulo); 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 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 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  $\varnothing$  600 massimo numero strati 5,  $\varnothing$  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

bicchieri 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° 20/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 pregiudicarne l'idoneità all'impiego. Sulla superficie interna dei tubi non devono trovarsi fibre di vetro libere.

#### **1.5 - Rettilinearità**

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 rettilinearità</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 =  $16 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ .

## 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  $a_m$  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%  $I_{bz}$  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 - Rettilinearità

La rettilinearità 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 DIN 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. argh. 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° 20/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 univocità, 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 insindacabile 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° 20/I - 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 pittura.

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.

#### **ART. 21 - 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.

#### **ART. 22 - 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.

## Art. 23 - 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

### ART.24 - 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.



#### **ART. 25 - 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.

#### **ART. 26 - 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.