



# COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici



## Soppressione passaggio a livello in via Gramsci

- LLPP OPI 2019/045 -

### Progetto esecutivo

#### PROGETTAZIONE A CURA DI:



##### IL PROGETTISTA E DIRETTORE TECNICO:

ing. Enrico Musacchio - Ordine degli Ingegneri della Provincia di Venezia, posizione n° 2385

##### IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

geom. Cristiano Zottino - Albo dei Geometri della Provincia di Venezia, posizione n° 2045

CAPO SETTORE LAVORI PUBBLICI COMUNE DI PADOVA: ing. Emanuele Nichele

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: ing. Massimo Benvenuti (Comune di Padova)

## 8-CAPITOLATI E PREZZI

SCALA

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
PARTE TECNICA

E00133.PE.CP.CS.02.0

30

rev	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
0	Luglio 2020	Prima Emissione	EM	EM	EM
1					
2					

LUGLIO 2020

OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI. QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE





## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b>	<b>4</b>
2.1	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	4
2.2	SEZIONE TIPO	4
2.3	LA PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO	4
<b>3</b>	<b>CAPO PRIMO: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI</b>	<b>5</b>
3.1	ACQUA	5
3.2	LEGANTI IDRAULICI	5
3.3	ADDITIVI E LEGANTI ADDITIVATI PREMISCELATI PER IMPASTI CEMENTIZI	6
3.4	GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	6
3.5	PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE – ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI	6
3.6	GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI	6
3.7	PIETRA NATURALE	6
3.8	PIETRE DA TAGLIO	7
3.9	MATERIALI LATERIZI	7
3.10	MANUFATTI DI CEMENTO	7
3.11	MATERIALI FERROSI	7
3.12	BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE - BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI	7
3.13	POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA	7
3.14	OLI ASFALTICI	8
<b>4</b>	<b>CAPO SECONDO: SCAVI E MOVIMENTI MATERIA</b>	<b>9</b>
4.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	9
4.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	9
4.3	SCAVI E RIALZI IN GENERE	9
4.4	SCAVI DI SBANCAMENTO	10
4.5	SCAVI DI FONDAZIONE / A SEZIONE RISTRETTA	11
4.6	FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI	12
4.7	FORMAZIONE DEI RILEVATI	12
<b>5</b>	<b>CAPO TERZO: DEMOLIZIONI</b>	<b>15</b>
5.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	15
5.2	FRESATURA DI PAVIMENTAZIONI	15
<b>6</b>	<b>CAPO QUARTO: MANUFATTI ED OPERE D'ARTE</b>	<b>17</b>
6.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	17
6.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	17
6.3	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI	18
6.4	CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE	27
6.5	ACCIAIO PER C.A.	27
6.6	MURI DI SOSTEGNO	27



<b>7</b>	<b>CAPO SESTO: OPERE IDRAULICHE</b>	<b>29</b>
7.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	29
7.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	29
7.3	TUBAZIONI	29
7.4	CADITOIE STRADALI	34
<b>8</b>	<b>CAPO SETTIMO: PAVIMENTAZIONI STRADALI</b>	<b>38</b>
8.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	38
8.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	38
8.3	GEOTESSILI E GEOTESSUTI	38
8.4	STRATO DI FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO	39
8.5	CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE	44
8.6	CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA TRADIZIONALI	52
<b>9</b>	<b>CAPO OTTAVO: SISTEMI DI RITENUTA</b>	<b>62</b>
9.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	62
9.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	62
9.3	BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO	63
<b>10</b>	<b>CAPO NONO: SEGNALETICA</b>	<b>65</b>
10.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	65
10.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	65
10.3	SEGNALETICA ORIZZONTALE	65
10.4	SEGNALETICA VERTICALE	67
<b>11</b>	<b>CAPO UNDICESIMO: OPERE A VERDE</b>	<b>71</b>
11.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE	71
11.2	MATERIALI PER LE OPERE DI SISTEMAZIONE A VERDE	71



## **1 PREMESSA**

---

Tutti gli elaborati descrittivi e grafici di progetto sono da ritenersi atti ad individuare in maniera esaustiva la consistenza qualitativa e quantitativa delle varie specie d'opere. In particolare, sono riportati i dati tecnici necessari alla costruzione delle opere rispondenti alle specifiche esigenze e conformi alle prescrizioni del presente Disciplinare.

Il presente documento precisa, sulla base di specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto.



## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

---

Il presente progetto prevede:

1. la chiusura del passaggio a livello di via Gramsci;
2. la realizzazione del nuovo accesso da via Friburgo, tramite una nuova rampa di sviluppo 110m che consenta di superare il dislivello esistente di circa 4.30m tra il piano stradale di via Friburgo (15.17m) e via Gramsci (10.86m)
3. la nuova pavimentazione della pista ciclopedonale sulla rampa di via Friburgo.

Il tracciato della rampa di progetto origina in corrispondenza dell'allargamento in destra della rampa di via Friburgo e con due curve controverse in successione raggiunge la quota di via Gramsci. La rampa è a doppio senso di circolazione alternata a vista, l'immissione su via Friburgo è regolata con segnale di fermarsi e dare la precedenza (STOP).

### 2.1 Configurazione planimetrica

Planimetricamente, l'asse della rampa ha uno sviluppo di 110.30m: si allarga in destra su via Gramsci e per circa 20m corre parallelo ad essa, seguono due curve controverse successive di raggio 12.50m aventi sviluppo rispettivamente 30.60m e 19.20m; infine con un breve rettilineo finale (circa 6m) l'asse si raccorda con via Friburgo.

Riassumendo, dal punto di vista planimetrico il tracciato presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- Lunghezza complessiva: 110.33m
- Raggio planimetrico minimo: 12.00m

In corrispondenza dell'attestazione su via Friburgo è inoltre prevista la realizzazione, a mezzo di segnaletica orizzontale, di una corsia di svolta dedicata di lunghezza paria a circa 20m in area oggi zebrata, al fine di consentire l'accumulo dei veicoli impegnati nella manovra di svolta senza compromettere la fluidità del deflusso sulla rampa di via Friburgo.

Il progetto prevede inoltre una piccola rampa per garantire l'accessibilità all'area al piede della scarpata attuale ove è collocata una valvola a farfalla e uno sfiato della rete gas in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, manufatti non interferenti con le opere ed ai quali è garantita accessibilità per la manutenzione.

La differenza di quota tra i due assi stradali che la nuova rampa va a raccordare è di circa 4.80m; il progetto prevede il raccordo con tre livellette: una prima di lunghezza di 23.13m e pendenza pari al 3%, una seconda di 79.17m e pendenza 5%, ed una terza di 8.02m e pendenza 0.2%. I raccordi verticali presentano, nell'ordine, raggi di 250 e 50m.

### 2.2 Sezione tipo

La rampa presenta una sezione di 7.50m: 5.0m di carreggiata, 1.25m di ciglio su entrambi i lati.

Per attestare il rilevato di progetto, si prevede la posa di un geotessuto, la bonifica del terreno esistente per uno spessore di 30cm, oltre alla gradonatura dell'attuale scarpata lato via Friburgo.

Le scarpate del rilevato avranno pendenza 2:3 e verranno rinverdite.

La rampa di servizio ha invece sviluppo e presenta una larghezza di 3m, oltre a 0.50m di ciglio ambo i lati. Per attestare il rilevato si prevede la posa di un geotessuto, la bonifica del terreno esistente per uno spessore di 30cm; le scarpate avranno pendenza 2:3 e verranno rinverdite.

### 2.3 La pavimentazione di progetto

La pavimentazione stradale di progetto, sia per la rampa che per l'area di sosta, prevede un pacchetto di 55cm:

- 30cm di fondazione in misto cementato con aggregati riciclati  $R_t \geq 0.30\text{MPa}$ ;
- 10cm di base in conglomerato bituminoso a caldo;
- 10cm di binder in conglomerato bituminoso a caldo;
- 5cm di usura in conglomerato bituminoso a caldo.

Tale pacchetto di pavimentazione poggerà sul rilevato ed è dimensionato al fine di sopportare un traffico leggero (sole autovetture) e poco intenso, dal momento che la rampa serve unicamente per accesso/regresso ai frontisti.

La rampa di servizio per accedere alle valvole di regolazione del gas esistenti, verrà realizzata invece in Macadam (sp15cm) su fondazione in tout venant (sp 25cm) ed avrà larghezza 3m oltre 50cm di ciglio.

Infine, sull'intero sviluppo della pista ciclopedonale esistente è prevista la fresatura ed il rifacimento del tappeto d'usura per uno spessore di 3cm.



### 3 CAPO PRIMO: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

---

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed a quanto riportato nel seguito; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per lavori che prevedono anche la fornitura e la posa in opera di beni inerenti la sicurezza e la circolazione stradale (apparecchi, giunti, appoggi e sistemi antisismici per ponti e viadotti, barriere di sicurezza, impianti tecnologici per l'edilizia civile ed industriale, impianti di telecomunicazioni, segnaletica verticale e orizzontale), si dovrà far riferimento alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 e successive modifiche n° 5923 del 27.12.96, n° 3107 del 09.06.1997 e n° 3652 del 17.06.1998.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni del vigente Capitolato Generale dei Lavori Pubblici.

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

I materiali provverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta 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.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali, le stesse devono essere rispondenti alle Norme UNI EN 13242-2004 UNI EN 13285-2004 UNI EN ISO 14688-1-2004 relative alle marchiatura CE degli aggregati.

Sempre restando valido, in generale, quanto sopra stabilito, i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere, in particolare, ai requisiti qui di seguito fissati.

#### 3.1 Acqua

---

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 09.01.1996 (S.O. alla G.U. n° 29 del 05.02.1996) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971, con D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i.. e da altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

#### 3.2 Leganti idraulici

---

Dovranno corrispondere alla Legge 26.05.1965 n° 595 (G.U. n° 143 del 10.6.1965) e relativo D.M. 14.01.1966 (G.U. n° 37 del 12.02.1966) "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici", alle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Si distinguono in:

1) Cementi (di cui all'Art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 03.06.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n° 180 del 17.07.1968);
- D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 03.06.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n° 353 del 27.12.1984);
- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n° 26 del 31.01.1985);
- D.M. 09.03.1988 n° 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi";
- D.M. 13.09.1993 Abrogazione di alcune disposizioni contenute nel decreto ministeriale 3 giugno 1968 concernente nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi (G.U. n° 223 del 22.09.1993); UNI-ENV 197/1;

e da altre eventuali successive Norme, che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'Art. 1 lettera D) ed E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:





- D.M. 31.08.1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche" (G.U. n° 287 del 06.11.1972).  
e da altre eventuali successive Norme, che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

---

### **3.3 Additivi e leganti additivati premiscelati per impasti cementizi**

---

**a) Additivi fluidificanti, aeranti, ritardanti, acceleranti, antigelo, super\_ fluidificanti ed agenti espansivi per impasti cementizi:**

Dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 8145, 8146, 8147, 8148 ed altri eventuali successivi aggiornamenti.

**b) Leganti idraulici additivati premiscelati in stabilimento:**

Per la confezione di conglomerato cementizio di particolari caratteristiche – “reoplastici”, a ritiro compensato, ecc. – potrà essere richiesto nella relativa voce di elenco prezzi l’impiego di legante già premiscelato a secco in stabilimento con tutti gli additivi necessari per dare le caratteristiche specificate nella suddetta voce di elenco. Legante ed additivi dovranno essere conformi a quanto specificato ai precedenti comma b) e c1) ed essere dosati in quantità tali da conferire al conglomerato cementizio prodotto le caratteristiche tecniche richieste. Il legante premiscelato con additivi dovrà essere fornito in sacchi sui quali siano indicate chiaramente le caratteristiche ed il contenuto in peso di legante idraulico nonché le modalità d’impiego consigliate dalla ditta fornitrice.

---

### **3.4 Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerato cementizio**

---

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 17 gennaio 2018 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica e da altre eventuali successive Norme, che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Valgono inoltre le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

---

### **3.5 Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie – Additivi da impiegare per pavimentazioni**

---

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n° 4 - Ed. 1953), nella Norma C.N.R. B.U. n° 139 del 15.10.1992 ed eventuali successivi aggiornamenti.

Valgono inoltre le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante le pavimentazioni.

---

### **3.6 Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni**

---

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

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

Valgono inoltre le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante le pavimentazioni.

---

### **3.7 Pietra naturale**

---

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate con martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

Dovranno corrispondere a quanto stabilito dal R.D. n° 2232 del 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" e da altre eventuali successive Norme, che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

---





### **3.8 Pietre da taglio**

---

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel R.D. n° 2232 del 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" e da altre eventuali successive Norme, che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

### **3.9 Materiali laterizi**

---

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. n° 2233 del 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi", alle Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65 e da altre eventuali successive Norme, che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme, e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

### **3.10 Manufatti di cemento**

---

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, caratteristiche di resistenza e durabilità corrispondenti alle prescrizioni del progetto; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

### **3.11 Materiali ferrosi**

---

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. In particolare:

- acciai per c.a., c.a.p., carpenteria metallica e barriere di sicurezza: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i. in applicazione dell'Art. 21 della Legge n° 1086 del 5 novembre 1971;
- per l'armatura di micropali si adotteranno tubi in acciaio Fe510 senza saldature longitudinali
- lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore minimo di 2/10 di mm;
- acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i. in applicazione dell'Art. 21 della Legge n° 1086 del 5 novembre 1971 e dalle prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante gli apparecchi d'appoggio.

### **3.12 Bitumi - emulsioni bituminose - bitumi liquidi o flussati**

---

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme C.N.R. B.U. n° 68 del 23.05.1978

"Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione"; C.N.R.

B.U. n° 3 del 1958 "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali"; C.N.R. B.U. n° 7 del 1957 "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali"; e da altre eventuali successive Norme, che dovessero essere emanate dai competenti Organi. Valgono inoltre le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante le pavimentazioni.

### **3.13 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 oli 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, U.N.I. - 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. Ed. 1956.

### **3.14 Oli asfaltici**

---

Gli oli 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 oli tipo A, e per quella estiva oli tipo B. Tutti questi oli devono contenere al massimo lo 0,50% d'acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

1. oli 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 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 – 45°C;
2. oli 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. oli 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. oli 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 oli derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli oli possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

## 4 CAPO SECONDO: SCAVI E MOVIMENTI MATERIA

### 4.1 Descrizione delle opere

Le principali attività di movimentazione delle materie sono conseguenti alla necessità di adeguare il rilevato esistente a quello di progetto stradale, nonché alla posa di tombini idraulici.

### 4.2 Normative di riferimento

- D.M. 11 marzo 1988 (S.O. D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n° 127 del 01.06.1988).
- Circolare LL. PP. n° 30483 del 24.09.1988
- Norme U.N.I. 11531-1 2014 Criteri per l'impiego dei materiali - Terre e miscele di aggregati non legati
- C.N.R. B.U. n° 69 del 30.11.1978

### 4.3 Scavi e rialzi in genere

Prima di dare inizio ai lavori contemplati nel presente articolo "Movimenti di materie", l'Impresa dovrà effettuare a sua cura e spese, intendendosi i relativi oneri compresi e compensati nei prezzi contrattuali:

- tutte le indagini e le verifiche necessarie per individuare nelle aree oggetto dei lavori l'eventuale presenza di materiali di qualsiasi genere e natura classificabili come rifiuti speciali da smaltire in discarica autorizzata nel rispetto della Normativa vigente;
- il Progetto di Dettaglio di tutte le opere oggetto del presente articolo, elaborato sulla base del Progetto predisposto a cura dell'Amministrazione appaltante;
- tutti gli ulteriori rilievi, indagini, accertamenti, sperimentazioni e studi necessari ad integrazione della Progettazione Esecutiva per la redazione del Progetto di Dettaglio; in particolare:
  - indagini necessarie alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal corpo stradale, dalle opere d'arte e da altre infrastrutture (stazioni, ecc.), da eseguirsi in conformità a quanto prescritto nel seguito e dal D.M. del 11.03.1988 (G.U. n° 127 del 01.06.1988) "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e delle relative Istruzioni per l'applicazione (Circolare LL. PP. n° 30483 del 24.09.1988).
  - Verifiche di dettaglio della stabilità delle fondazioni, del rilevato stradale e delle scarpate, degli scavi con calcolo dell'entità degli abbassamenti dei piani di posa dei rilevati ed in trincea e relativi tempi di consolidamento, da eseguirsi in conformità al citato D.M. del 11.03.1988.

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dal progetto salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature, puntellature ed armature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi contrattuali.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, o nel caso in cui il Progetto Esecutivo lo preveda, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo, di formazione dei rilevati e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali. In particolare sono compresi nei prezzi a corpo e nei tempi contrattuali tutti gli oneri dovuti alla formazione delle precariche nei tempi e nei luoghi previsti dalla relazione geologica e dagli altri allegati al Progetto Esecutivo.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico - meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, dei parametri di coesione e di attrito interno, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione dei Lavori presso i Laboratori ufficiali.



Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme U.N.I. 11531-1 2014 riportate nella tabella a pagina seguente.

Malgrado l'accettazione da parte della Direzione Lavori dei materiali per la costruzione dei rilevati o la bonifica dei piani di posa, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

I materiali di risulta provenienti dagli scavi, idonei e non idonei, che eccedano il fabbisogno di riutilizzo nell'ambito del cantiere, sono di proprietà dell'Impresa che se ne assume per tutta la durata dei lavori, ogni onere di trasporto e smaltimento anche mediante vendita affidata a Terzi.

Di quanto sopra l'Impresa ha tenuto conto nella formulazione dei prezzi unitari relativi agli scavi.

Il programma di smaltimento del materiale proveniente dagli scavi dovrà essere formalmente dichiarato dall'Impresa all'Amministrazione committente prima della consegna dei lavori; l'Impresa dovrà garantire che per tutta la durata dei lavori lo smaltimento del materiale in oggetto avverrà regolarmente, senza ostacolare il regolare svolgimento degli scavi.

I materiali classificabili come rifiuti speciali, ai sensi della Normativa vigente, dovranno essere smaltiti in discariche autorizzate a cura e spese dell'impresa.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e/o a migliorare la stabilità del corpo stradale e fra questi provvedimenti la fornitura e posa in opera di teli "geotessili" e/o di "geogriglie" aventi le caratteristiche indicate nell'articolo "Qualità e provenienza dei materiali".

#### CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE U.N.I. 11531/1 2014

Prospetto I – Classificazione terre												
Classificazione generale	Terre ghiaie – sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 U.N.I. 2332 ≤ 35%						Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 U.N.I. 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1 - a	A1 - b		A2 - 4	A2 - 5	A2 - 6	A2 - 7				A7 - 5	A7 - 6
Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio	≤ 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2 U.N.I. 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0,4 U.N.I. 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
0,075 U.N.I. 2332 %												
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 U.N.I. 2332												
Limite liquido												
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 40	> 40 ≤ 10 max	≤ 40	> 40 ≤ 10	≤ 40	> 40 ≤ 10	≤ 40	> 40 (IP ≤ LL - 30)	> 40 ≤ 10 (IP > LL - 30)
Indice di gruppo	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Argille poco compressi- bili	Argille fortemente compressi- bili media- mente plastiche	Argille fortemente compressi- bili forte- mente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono					Da mediocre a scadente						Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media			Molto elevata	Media	Elevata	Media		

#### 4.4 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratte stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.



Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazioni di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

#### **4.5 Scavi di fondazione / a sezione ristretta**

---

Per scavi di fondazione o a sezione ristretta si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali o inclinate riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera. Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradoni con leggera pendenza verso monte, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi comunque eseguiti di fondazione saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi. Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiali adatti, dei vani rimasti intorno alle murature, ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano del terreno.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0.20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fuggatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggotamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo s'intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggotamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione, in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dell'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.



Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n° 127 del 01.06.1988).

#### 4.6 Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvencono terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (classifica UNI 11531-1 2014) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio secondo la Norma C.N.R. B.U. n° 69 del 30.11.1978, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 (classifica UNI 11531-1 2014), la Direzione dei lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A1 e A3, o di altro tipo, steso a strati di spessore costante non superiore a 30 cm, per una profondità che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione Lavori; in tali casi la Direzione Lavori potrà ordinare anche la fornitura e posa di teli di "geotessile" e/o "geogriglia" adeguatamente sovrapposti e risvoltati ai bordi.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata, sempre che risulti idonea ai sensi delle Norme Tecniche specifiche per le opere in verde, per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno dall'Impresa eseguiti a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali. In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate, sempre che risulti idoneo ai sensi delle Norme Tecniche specifiche per le opere in verde, in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a discarico a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato se idoneo, e portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si farà luogo quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione  $M_e$ , determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di  $M_e$  ( $M_e = f_o \cdot \Delta p / \Delta s \cdot D$  (in N/mm<sup>2</sup>)) misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

L'impresa è tenuta a garantire in ogni caso lo smaltimento delle acque dagli scavi di cui al presente articolo; i relativi oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco per la formazione dei piani di posa.

#### 4.7 Formazione dei rilevati

- 1) I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.





- 2) Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A1, A2, A3 della classifica UNI 11531-1 2014, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 (due) costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 se reperibili negli scavi; altrimenti tale ultimo strato dovrà essere realizzato con materie dei predetti gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 da prelevarsi in cava di prestito.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 30.

Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di m 2 (due) al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

- 3) Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, deciderà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e solamente al di sotto dell'ultimo strato sommitale del rilevato di spessore m 2 (due) misurato dal piano di posa del misto granulare di fondazione.

- 4) I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

- 5) Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi in trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

- 6) Qualora, una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

- 7) E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali, sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione essa non potrà più essere coltivata.

- 8) Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate.

- 9) Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30 (trenta).

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità Me, definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire un'umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa non potrà poi procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.





Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore con pendenza trasversale compresa tra il 2% ed il 5% così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1, A2, A3 un costipamento a carico dinamico – sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili al gruppo A4 un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati. In particolare, in adiacenza dei manufatti, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A1, A2-4, A2-5, A3 e costipati con energia dinamica di impatto.

In tali zone la Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 - 50 kg per m<sup>3</sup> di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m 2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

- 10) Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro. Le stese del materiale non dovranno aver luogo in caso di pioggia ed in tal caso il materiale dovrà essere rapidamente chiuso mediante rullatura.
- 11) L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.
- 12) Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.  
Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.
- 13) Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.
- 14) Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A6, A7.  
Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.
- 15) In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" e/o "geogriglie" in strisce contigue opportunamente sovrapposte per almeno cm 40 ed adeguatamente risvoltate ai bordi del rilevato. Le caratteristiche di tali geosintetici saranno conformi a quelle di cui all'articolo "Qualità e provenienza dei materiali", all'elenco di prezzi ed agli altri elaborati di progetto.



## 5 CAPO TERZO: DEMOLIZIONI

---

### 5.1 Descrizione delle opere

---

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco. Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso delle mine, nel rispetto delle norme vigenti.

### 5.2 Fresatura di pavimentazioni

---

La demolizione della parte della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore - o parte di esso - dovrà essere effettuata mediante scarifica con idonee attrezzature munite di frese a tamburo e di nastro autocaricante. In linea generale, la fresatura degli strati bituminosi della pavimentazione dovrà essere effettuata "a freddo"; a giudizio esclusivo della Direzione Lavori, sarà tollerato l'impiego di sistemi di fresatura "a tiepido" (preriscaldamento leggero), purché non risultino compromesse le caratteristiche reologiche del bitume, anche in previsione di un riutilizzo del materiale scarificato negli strati in rifacimento. Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori. A giudizio della Direzione Lavori, per interventi sull'intera carreggiata o altresì limitati alla corsia di sorpasso, potrà essere richiesta l'asportazione della fascia di vecchia pavimentazione in corrispondenza e sotto il sicurvia costituente spartitraffico, operando, ove necessario, con idonee macchine operatrici provviste di lama per il lievo dello strato bituminoso.

La superficie finale dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'adesione dei nuovi strati da porre in opera.

L'Appaltatore si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dalla Direzione Lavori. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere o fossero comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore sarà tenuto a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato, i quali potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

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

In corrispondenza dei giunti la fresatura dovrà fermarsi 0,50 m. prima del giunto e ripartire 0,50 m dopo. L'asportazione della pavimentazione in tali tratti dovrà essere eseguita mediante fresatura longitudinale con mezzi idonei senza che il giunto venga danneggiato. In ogni caso i giunti dovranno risultare alla fine delle lavorazioni perfettamente puliti ed esenti da depositi di materiale anche se presenti all'atto dell'inizio delle lavorazioni.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti o simili, in grado di dare un piano perfettamente pulito e completamente privo di detriti, polveri e materiali residui non ancorati alla preesistente pavimentazione.

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

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



Tutti i materiali provenienti dalle lavorazioni di fresatura e pulizia del piano di posa dei nuovi strati di pavimentazione, e quindi prodotti nell'esecuzione dei lavori dall'Appaltatore, sono considerati rifiuti speciali non pericolosi ai sensi dell'art. 184 del D.Lgs 152/2006 allegato D con codice CER 170302 "miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301".

La Società ha provveduto ad effettuare, nella tratta autostradale oggetto di intervento, prelievi di campione rappresentativi della totalità del materiale da fresare e sottoposti gli stessi, attraverso laboratori specializzati, a test di cessione ai sensi dell'allegato 3 del D.M. 05/02/1998 e successive integrazioni e modificazioni.

I relativi valori, certificati dal laboratorio, confermano che detto materiale è da classificarsi rifiuto speciale non pericoloso.

Non è ammesso, nè tollerato, lo scarico del materiale fresato, anche in piccole quantità, nelle scarpate, in corrispondenza dello spartitraffico o in altre pertinenze autostradali. Sarà comunque a totale carico dell'Impresa inadempiente la rimozione dei materiali residuali.



## 6 CAPO QUARTO: MANUFATTI ED OPERE D'ARTE

### 6.1 Descrizione delle opere

Le opere d'arte previste in progetto si riassumono in:

- Muro di sostegno rilevato stradale

### 6.2 Normativa di riferimento

- legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare A.N.A.S. n. 55/1986);
- D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare A.N.A.S. n. 28/1991 del 18.06.1991).
- D.M. 16 gennaio 1996 " Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);
- circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente " Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001 n. 380;
- Legge 27 luglio 2004 n. 186 di conversione del Decreto Legge 28 maggio 2004 n. 136;
- D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 02/02/2009 n.617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018";
- DIN 4030-1÷2 Valutazione di acque, terreni e gas aggressivi per il calcestruzzo;
- UNI EN ISO 17660-1 Saldatura - Saldatura degli acciai d'armatura - Parte 1: giunti saldati destinati alla trasmissione del carico;
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI EN 1520 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta;
- UNI EN 1536 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati;
- UNI EN 12699 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali eseguiti con spostamento del terreno;
- UNI EN 14199 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – micropali;
- UNI 6555 Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico;
- UNI 7086 Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico;
- UNI 7123 Calcestruzzo - Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione;
- UNI EN 12350-1 Prova sul calcestruzzo fresco – Campionamento;
- UNI EN 12350-2 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono;
- UNI EN 12350-3 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova Vebè;
- UNI EN 12350-4 Prova sul calcestruzzo fresco - Indice di compattabilità;
- UNI EN 12350-5 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse;
- UNI EN 12350-6 Prova sul calcestruzzo fresco - Massa volumica;
- UNI EN 12350-7 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione;
- UNI 6131 Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito;



- UNI EN 12504-1 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione;
- UNI EN 12504-2 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico;
- UNI EN 12504-3 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione;
- UNI EN 12504-4 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici;
- UNI EN 12390-1 Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e casseforme;
- UNI EN 12390-2 Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza;
- UNI EN 12390-3 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini;
- UNI EN 12390-5 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini;
- UNI EN 12390-6 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a trazione indiretta dei provini;
- UNI EN 12390-7 Prova sul calcestruzzo indurito - Massa volumica del calcestruzzo indurito;
- UNI EN 12390-8 Prova sul calcestruzzo indurito - Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione;
- UNI EN 1992-1-2 Eurocodice 2;
- Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
- UNI 8981-1 Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive;
- UNI 8981-2 Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza ai solfati;
- UNI 8981-3 Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti;
- UNI 8981-4 Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo - Istruzioni per migliorare la resistenza al gelo e disgelo;
- UNI 8981-5 Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per migliorare la resistenza alla corrosione delle armature;
- UNI EN 12696 Protezione catodica dell'acciaio nel calcestruzzo.

Sono ammesse variazioni dimensionali rispetto a quelle prescritte nei limiti stabiliti dalle seguenti norme:

- UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione;
- UNI 8981-7 Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo;
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- DIN 18202 Tolleranze dimensionali nell'edilizia – Costruzioni;
- DIN 18203-1 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Parte 1: Elementi prefabbricati di calcestruzzo semplice, armato e precompresso;
- UNI ENV 13670-1 Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni (ingl.).

---

## 6.3 Conglomerati cementizi semplici e armati

---

### A) GENERALITÀ

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia.

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori:

- a) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;



- b) i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. "Prove dei materiali".

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

## **B) COMPONENTI**

**Cemento.** - Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamanti al comma b) del precedente Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione di cui all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali". Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

**Inerti.** - Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistososi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno da luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm dilato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.



Acqua. - Provverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Additivi. - La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

### **C) CONTROLLI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dal capitolo 11 delle Norme Tecniche del D.M. 17 gennaio 2018.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (Rck ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della Rck inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla Rck la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI 6126-72 e con le frequenze di cui al capitolo 11 del D.M. 17 gennaio 2018 campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;
- b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.





La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

- 1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 m<sup>2</sup>; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;
- 4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- 5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132-72).

#### **D) CONFEZIONE**

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo C).

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163-79.



L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

#### **E) TRASPORTO**

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

#### **F) POSA IN OPERA**

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.



Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere ditali accorgimenti è a carico dell'impresa.

#### **G) STAGIONATURA E DISARMO**

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche previste dal D.M. 17 gennaio 2018.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

#### **H) GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc.).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto ditali onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi, allegato al presente Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone pluriuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.



In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione di fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### **I) PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, ECC.**

L'impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc., nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa. Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i facimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

#### **J) MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE**

In conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato, e metallici (DM 17 gennaio 2018)

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art. 9, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

#### **K) CONGLOMERATI CEMENTIZI PRECONFEZIONATI**



E' ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163-79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni di cui al DM 17 gennaio 2018.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostitutive delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera, i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell'ANAS, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

#### **L) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI ORDINARI**

Si richiama quanto è stato prescritto nelle “Generalità” all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di presentare, per il preventivo benestare della Direzione dei Lavori, nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in c.a. e delle centine ed armature di sostegno redatti da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi.

L'esame o verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei calcoli presentati, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità dei litorali marini, si osserveranno le prescrizioni previste dal DM 17 gennaio 2018, nonché quelle indicate nella circolare n. 6804 del 19 novembre 1959, del Servizio Tecnico dell'A.N.A.S., per quanto non in contrasto con il citato D.M. e delle quali si richiamano i seguenti paragrafi:

- a) gli inerti del conglomerato dovranno essere di adatta granulometria continua, tanto che lo strato esterno del conglomerato, rivestente i ferri, risulti impermeabile. Essi dovranno, altresì, essere lavati abbondantemente con acqua dolce in modo che siano asportati completamente i cloruri e i solfati. Per lo stesso motivo l'acqua di impasto dovrà essere limpida e dolce ed esente dalle predette sostanze nocive;
- b) il conglomerato dovrà essere confezionato preferibilmente con cemento pozzolanico, impiegando casseforme a superfici interne lisce e dovrà essere, in ogni caso, vibrato;
- c) subito dopo la sformatura, l'intera superficie esterna della struttura dovrà essere trattata con una boiacca fluidissima di cemento da somministrare e diffondere uniformemente con un pennello, previo accurato risarcimento con malta ricca di cemento delle superfici alveolari.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.).

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.

#### M) PRESCRIZIONI PARTICOLARI RELATIVE AI CEMENTI ARMATI PRECOMPRESSI

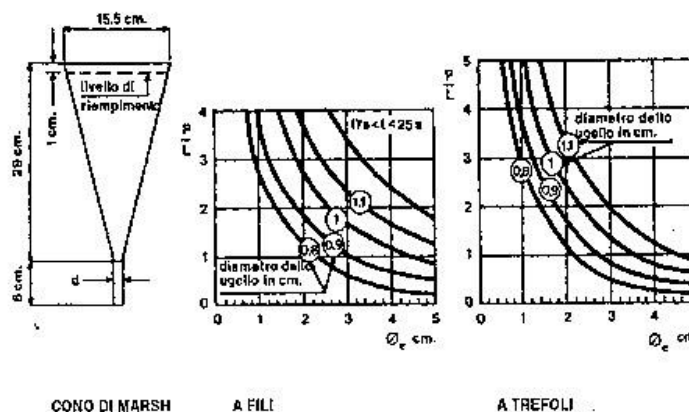
Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le norme contenute nel DM 17 gennaio 2018.

In particolare nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, nè coke, nè altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

- 1) la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh (1) all'entrata ed all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finchè la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata; la misura della fluidità con il cono di Marsh: L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro  $d$  variabile da mm 5 a mm 11. La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm<sup>3</sup>, il tempo totale di scolo va diviso per due). La fluidità della malta sarà ritenuta idonea quando il tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta sarà compreso tra 13 e 25 minuti secondi. La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli:



Dove:

$P$  = pressione dell'iniezione (g/cm<sup>2</sup>)

$L$  = lunghezza della guaina (cm)

$\Phi_e = \Phi G^2 \cdot n \cdot \Phi f^2$  [diametro equivalente in funzione della guaina ( $\Phi G$ ), del diametro dei fili ( $\Phi f$ ) e del loro numero ( $n$ )].

(b)- Misura della essudazione della malta.

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>3</sup>,  $\Phi$  6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell' acqua trasudata.

- 2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm 2 dilato;
- 3) l'essudazione (b) non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- 4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4.000 ÷ 5.000 giri/min con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). E' proibito l'impasto a mano;
- 5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;
- 6) è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Egualemente dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.





## **N) CALCESTRUZZO STRUTTURALE LEGGERO**

L'impiego di calcestruzzi leggeri per opere in cemento armato è regolamentato dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 9-1-96 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato" e dalle successive "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche ... di cui al D.M. 91-96" pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale del 26-11-96, nonché dalle Norme Tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e norme UNI 7548 e UNI 7549, ENV 1992-14, prEN 1992-1-1.

Il calcestruzzo leggero strutturale previsto per il getto dell'impalcato a travi incorporate per il cavalcaferrovia, costituito da argilla espansa tipo "Leca Strutturale 0-15" diametro massimo inerti 15 mm (con densità 770 kg/mc e resistenza allo schiacciamento dei granuli (secondo UNI 7549/7) maggiore di 6 N/mm<sup>2</sup>), sabbia naturale, cemento Portland al calce II-A/L 42,5, additivi superfluidificanti acrilici e acqua nei rapporti definiti da mix design. La classe di consistenza del calcestruzzo sarà valutata a mezzo prova "cono di Abrams" ottenendo un abbassamento maggiore di 210 mm ovvero classe S5 (super-fluida). La densità indicativa del calcestruzzo a fresco sarà di circa 1800 Kg/m<sup>3</sup> (densità indicativa a 28 giorni 1700-1750 Kg/m<sup>3</sup>). La resistenza caratteristica R<sub>ck</sub> a compressione a 28 giorni determinata su cubetti confezionati a piè d'opera sarà di 35 N/mm<sup>2</sup>.

### **6.4 Casseforme, Armature e Centinature**

---

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'Impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel DM 17 gennaio 2018 e, in mancanza di queste, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venire fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

### **6.5 Acciaio per C.A.**

---

#### **A) GENERALITÀ**

Gli acciai per armature di c.a. dovranno corrispondere: - ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dal D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

Gli acciai inox per armatura di c.a. ad aderenza migliorata dovranno corrispondere per analisi chimica alle normative AISI 304L e 316L (cioè ai rispettivi tipi al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo), entrambi a basso contenuto di carbonio (L = low carbon) per garantire la saldabilità.

Il tipo di acciaio cui si fa riferimento per le caratteristiche meccaniche è B450C.

Modalità di prelievo ed unità di collaudo di tale acciaio seguono le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armatura di c.a..

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. 17 gennaio 2018.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce e in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita di 25 t. max; ogni partita minore di 25 t. deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE dovranno osservare quanto disposto per essi dal D.M. 17 gennaio 2018.

### **6.6 MURI DI SOSTEGNO**

---

Saranno realizzati in calcestruzzo armato.





Il comportamento dell'opera di sostegno, intesa come complesso strutture-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto, interessati dall'opera, dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'opera, dei drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché delle modalità di esecuzione dell'opera e dell'eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di legge (DM 11.03.1988).

#### **Muri in calcestruzzo**

Potranno essere realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato.

Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

#### **Muri di sostegno in calcestruzzo**

Per quanto riguarda i calcestruzzi e gli acciai di armatura valgono le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.



## 7 CAPO SESTO: OPERE IDRAULICHE

### 7.1 Descrizione delle opere

La viabilità in progetto comporta l'adeguamento della rete di raccolta acque meteoriche con l'introduzione di embrici, canalette, e tombini circolari di diametro 30cm e 60cm in cls.

### 7.2 Normative di riferimento

- D.G.R.V. N. 1322 del 10.05.2006
- D.G.R.V. N. 1841 del 19.06.2007
- D.G.R.V. N. 2948 del 06.10.2009
- D.M. 12/12/85
- Decreto Legislativo 152/2006
- U.N.I. 7091/72
- D.M. 14/2/92
- UNI 0429
- 0521
- UNI 5341/63
- UNI 9534
- DIN 4032
- UNI 7443-75
- UNI 7447-75
- UNI 7448-75.
- UNI EN 858
- EN 206-1:2001
- UNI 9156
- EN 682
- UNI EN 11104
- UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione

### 7.3 Tubazioni

#### GENERALITA'

Le tubazioni in genere, del tipo e dimensioni previste dal progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, dovranno avere le caratteristiche di cui in appresso e corrispondere a quanto previsto dalla **NORMATIVA TECNICA PER LE TUBAZIONI D.M. 12/12/85**; il loro tracciato seguirà di norma il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità della funzionalità idraulica ed impiantistica.

Dovranno evitarsi, per quanto possibile, percorsi diagonali rispetto alle pareti dei locali, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione; le tubazioni dovranno essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.

Le tubazioni dovranno essere sottoposte a **PROVA IDRAULICA E COLLAUDO** secondo le modalità più oltre precisate.

Sarà a carico dell'Appaltatore la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

#### TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO

a) materiali

#### NORME GENERALI

La costruzione di manufatti prefabbricati in calcestruzzo vibrato o turbo vibro compresso anche armato fabbricati in serie previsti in progetto e che assolvono alle funzioni idrauliche e caratteristiche indicate nel presente articolo per gli usi previsti nel presente progetto, e soggetta, in linea generale, alla preventiva comunicazione all'ente appaltante tramite la Direzione Lavori alla quale l'Appaltante con apposita relazione dovrà:



a) descrivere ciascun tipo di struttura indicando le possibili applicazioni e fornire i calcoli relativi, con particolare riguardo a quelli riferentesi a tutto il comportamento sotto carico fino a fessurazione e rottura come più avanti specificato;

b) precisare le caratteristiche dei materiali impiegati sulla scorta di prove eseguite presso laboratori ufficiali;

c) indicare, in modo particolareggiato, i metodi costruttivi ed i procedimenti per l'esecuzione delle strutture prefabbricate e quindi in particolare per i collettori circolari, e per i pozzetti-caditoie;

d) indicare i risultati delle prove eseguite presso uno dei laboratori ufficiali prescritti per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio e precompresso.

Tutti gli elementi prefabbricati dovranno essere chiaramente e durevolmente contrassegnati onde si possa individuarne la serie di origine.

L'Appaltatore è tenuto a fornire tutte le prescrizioni relative alle operazioni di trasporto e di montaggio dei manufatti approvigionati presso una determinata ditta produttrice.

La responsabilità della rispondenza dei prodotti rimane comunque a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltante si riserva il diritto di controllare e seguire la costruzione degli elementi prefabbricati direttamente presso gli impianti di prefabbricazione.

Gli spostamenti dei prodotti prefabbricati dovranno essere di preferenza eseguiti con sistemi meccanici e con tutti gli accorgimenti affinché siano indotte, specialmente nei prodotti di recente fabbricazione, le minori possibili sollecitazioni secondarie.

Le installazioni generali del cantiere di prefabbricazione dovranno essere dotate, tra l'altro, anche di un laboratorio attrezzato per tutte le prove di controllo riguardanti la granulometria degli incerti, la lavorabilità e la resistenza dei calcestruzzi, nonché i mezzi e le installazioni per le prove di collaudo dei prodotti prefabbricati.

Gli impianti, le attrezzature ed i macchinari di tale laboratorio dovranno essere messi gratuitamente a disposizione dell'Appaltante per l'eventuale effettuazione di prove per l'accettazione dei materiali e dei prefabbricati, oltre a quelle previste dal presente articolo.

#### RIFERIMENTO A NORME E REGOLAMENTI

In mancanza di particolari norme (UNI, regolamenti, circolari ministeriali, ecc.) la fornitura dei prefabbricati in genere previsti nel presente progetto dovranno rispondere alle norme DIN 4032 e 4035 che di seguito vengono richiamate per la parte interessante le opere del presente progetto.

In ogni caso e **per quanto riguarda non in contrasto con le suddette norme DIN 4032 e 4035**, si richiama l'osservanza oltre che del vigente regolamento e prescrizioni ministeriali per le opere in conglomerato cementizio normale ed armato (legge n. 1086 e D.M. n. 01/04/83 più volte richiamati) della circolare ministeriale n. 20 del 31/07/53 e n° 27291 del 2/3/86, del D.M. 14/2/92, delle norme UNI 0429 e 0521 riguardanti i manufatti lapidei stradali e infine, sia pure per la parte assimilabile ai prefabbricati oggetto del presente articolo, le norme UNI 5341/63 relative alle tubazioni per fognature urbane stradali in cemento amianto ed alle UNI 9534.

#### TIPO DI CEMENTO, DOSAGGIO

Il CEMENTO da utilizzare per la costruzione delle tubazioni per fognatura bianca dovrà essere del tipo POZZOLANICO.

Il dosaggio del cemento, le caratteristiche della curva granulometrica e il rapporto acqua cemento usati nella costruzione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori, così come pure dovrà essere approvato l'uso e la relativa quantità di additivi impiegati nei getti.

#### IMPERMEABILITA' DELL'ACQUA (riferimento DIN 4032)

I tubi vengono considerati impermeabili a tenuta d'acqua quando, durante la prova di cui a norme DIN 4032, l'assorbimento dell'acqua dalla parete, ad una pressione di 5 m di colonna d'acqua, non superi il valore indicato nella seguente tabella durante un tempo di prova di 15', anche se si manifestano delle macchie di umidità o alcune gocce sulla parete del tubo.

Decisivo è il valore medio di una prova ed alcuni tubi possono anche superare questo valore sino al 30%.

DIAMETRO (cm)	Assorbimento massimo in 15' con 0,5 atm (cm <sup>3</sup> /m)
---------------	--

40	210
----	-----



50	270
60	300
80	360
100	440
120	520
140	600

superiori a 140 cm o per i tubi rettangolari si farà riferimento al valore di 140 cm<sup>3</sup> per ogni metro quadrato di superficie interna della tubazione.

#### RESISTENZA

Sempre con riferimento ai metodi di prova di cui a norme DIN 4032 i valori minimi di carico di compressione sono indicati nella seguente tabella in Kg/m:

D (cm)	Resistenza minima alla compressione (Kg/m)
40	3'200
50	3'500
60	3'800
80	4'300
100	4'900
120	5'500
140	6'000

#### GARANZIE PER LA TENUTA

I tubi dovranno essere fabbricati in officina o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di qualità di tutti i prodotti: a tale fine, tutte le operazioni che compongono il processo di lavorazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato.

Le tubazioni dovranno essere esenti da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio continua, con TIR-FOR idraulico o manuale, con l'ausilio di apparecchiature laser di controllo della quota di posa.

L'anello di tenuta, se di tipo incorporato, dovrà essere opportunamente protetto da un anello in polistirolo espanso, in modo da assicurare sempre la pulizia del giunto al momento dell'assemblaggio nonché formare la camera vuota per assicurare l'angolazione e l'espansione della gomma compressa.

#### GUARNIZIONI IN GOMMA

##### a) Guarnizioni incorporate nel giunto.

Le guarnizioni dovranno essere del tipo incorporato nel giunto durante la produzione mediante apposita linguetta annegata nel getto. L'anello di tenuta dovrà essere protetto da un anello in polistirolo espanso da togliersi al momento della giunzione tra le tubazioni previa applicazione sul maschio di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. 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 ad almeno due anni di stoccaggio all'esterno senza perdere le seguenti caratteristiche:

- Durezza		40/50/60	IRHD
- Resistenza alla trazione	9	Mpa	
- Allungamento		450/400/325	%
- 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 larghezza della stessa compressa e la distanza tra il maschio e la femmina.

Le tolleranze dimensionali permesse nella circolarità del maschio e della femmina sono comprese tra il 2 e l'uno 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.

b) Guarnizioni a rotolamento.

La guarnizione avrà una forma geometrica da garantire il raggiungimento durante la fase di assemblaggio della posizione più adatta alla tenuta. Tale posizione dovrà essere assicurata sia dalla forma del giunto (maschio e femmina) sia dalla precisione con la quale esso deve essere costruito: la posizione di tenuta dovrà essere raggiunta con una rotazione di 180° della guarnizione.

Le tolleranze ammesse nelle dimensioni del maschio e della femmina sono uguali a quelle del punto precedente (a).

La gomma dovrà essere assoggettata agli stessi controlli ed alla stessa normativa riportati nel medesimo articolo.

Nell'assemblaggio sarà fatto assoluto divieto di uso di lubrificate.

c) Guarnizioni a scorrimento.

La guarnizione a scorrimento dovrà assicurare con la forma ed il lubrificante in essa contenuto, il raggiungimento della posizione ottimale di tenuta senza alcun movimento della guarnizione stessa.

Questo risultato sarà garantito dalle seguenti caratteristiche dei materiali impiegati:

- gomma: rispetto delle normative e delle prestazioni richieste nel punto a;

- giunto (maschio e femmina): disegno e dimensioni tali da consentire lo scorrimento del maschio sulla gomma senza alcun contatto tra calcestruzzo e calcestruzzo;

- tolleranze dimensionali: il maschio e la femmina dovranno rispettare le tolleranze stabilite nel punto a;

- lubrificante: dovrà essere tale da non perdere le proprie caratteristiche per il medesimo periodo di stoccaggio della gomma.

## CONTROLLI E COLLAUDI

a) Controlli e prove di qualità

La qualità dei tubi può essere accertata:

- . mediante un documento che comprova la sorveglianza continua della qualità

- . presentando un certificato di prova da parte di un laboratorio ufficialmente riconosciuto premesso che:

- i tubi non devono essere più vecchi di un anno e mezzo;

- i provini (pezzi di prova) sono stati prelevati ufficialmente da esperti ed in numero sufficiente;

- il fornitore deve assicurare contemporaneamente che la qualità del suo prodotto corrisponda all'esito della prova ufficiale a tale assicurazione deve essere documentata da prove continue nello stabilimento di produzione o in un laboratorio ufficiale;

b) Collaudi

Se il Direttore dei Lavori richiede oltre al certificato di qualità di cui sopra una prova di collaudo nel caso singolo, egli può scegliere i pezzi di prova occorrenti da tubi pronti per la spedizione o da tubi già forniti.

E' da osservare che per tale prova dovranno essere scelti solamente pezzi non danneggiati e la ditta fornitrice deve essere informata prima del prelievo per poter essere presente durante la scelta.

La spesa della prova di collaudo e dei pezzi di prova impiegati per le singole prove è a carico della ditta fornitrice.

Le prove di collaudo possono essere eseguite, d'accordo con l'Appaltatore, anche nella fabbrica stessa, se le attrezzature occorrenti per la prova sono riconosciute idonee dalla Direzione dei Lavori.



## PROVE

Per quanto riguarda la descrizione dei metodi di prova si rimanda alle più volte citate norme DIN 4032.

### c) esecuzione

I collettori in calcestruzzo prefabbricati in calcestruzzo normale anche armato saranno posti in opera sempre all'asciutto con le seguenti modalità:

- 1) livellazione dello scavo secondo la pendenza stabilita in progetto;
- 2) getto del sottofondo in calcestruzzo magro dello spessore indicato nei disegni esecutivi delle tubazioni;

3) messa in opera dei collettori, pozzetti, pezzi speciali ed apparecchi, caditoie prefabbricate, ecc. che devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, evitando urti, cadute, ecc.. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera evitando spostamenti notevoli entro il cavo;

4) accostamento dei singoli elementi dei collettori e perfetto incastro dei giunti con interposizione della guarnizione di tenuta in gomma, sigillatura interna ed esterna del giunto con malta di cemento, solo per tubazioni con guarnizioni del tipo a rotolamento o scorrimento;

5) rinfilanco e primo riempimento eseguito a mano con sabbia o con materiale vagliato proveniente dagli scavi se giudicato idoneo dalla Direzione Lavori;

- 6) incastro con getto incorporato nella cameretta di ispezione.

La posizione degli sghebbi di immissione e la direzione della bocca di immissione sarà stabilita al momento dalla Direzione Lavori e corrisponderà comunque ai disegni di progetto.

Il getto del sottofondo va attuato con ogni cura e con costipamento a mano e meccanico.

Le norme di cui ai precedenti punti integrate da quanto stabilito nella circolare Ministero LL.PP. n. 3598 del 12/09/67, valgono anche per la messa in opera dei pozzetti prefabbricati, e per caditoie stradali.

Nel rinterro dovranno usarsi tutte le necessarie precauzioni ed il rinterro stesso dovrà avvenire per strati dello spessore massimo di 30 cm. Ogni strato dovrà essere battuto con mazzaranghe o vibratori meccanici (piastra vibrante) e inumidito, del caso, per ottenere un ottimo e rapido costipamento.

In ogni caso, per almeno i primi 10 cm, il rinterro dovrà essere eseguito con materiale sciolto e vagliato, privo di sassi od altri corpi estranei quali mattoni, legni, pietre, ecc..

Ovunque non sia d'intralcio al traffico e salvo l'ordinazione da parte della Direzione Lavori della pavimentazione provvisoria, il riempimento va eseguito con la calma necessaria.

Il trasporto ai luoghi di impiego degli elementi prefabbricati avrà luogo con i mezzi e le modalità che l'Impresa riterrà più idonei e convenienti, ma sempre in modo tale da evitare ogni e qualsiasi danneggiamento del materiale restando a questo riguardo nella piena e insindacabile facoltà dell'Appaltatore di rifiutare il collocamento in opera del materiale degradato.

La posa in opera avverrà in conformità dei tracciati esecutivi di progetto e dei profili in esso fissati.

Di norma i prodotti prefabbricati a maturazione compiuta e ad accettazione avvenuta, saranno trasportati sul luogo di impiego per essere collocati in opera.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far depositare presso piazzali di deposito della ditta prefabbricatrice parte della produzione (sino ad un massimo corrispondente alla produzione normale di un mese), qualora si renda impossibile il trasporto degli elementi prefabbricati lungo i tracciati di posa.

### d) misurazione e pagamento

Si fa riferimento a quanto indicato per i collettori in grès ceramico.

## TUBAZIONI IN PVC



## 5.1 Generalità

Saranno impiegati, secondo le direttive della Direzione Lavori, tubi del tipo 301 (esclusivamente per i pluviali), 302 o 303, rispondenti rispettivamente alle norme UNI 7443-75 e 7447-75 per tipo, dimensioni e caratteristiche. Le modalità di prova rispetteranno la norma UNI 7448-75.

Per le tubazioni interraste convoglianti liquidi, l'unica modalità di giuntura ammessa è quella con giunto a bicchiere munito di anello di tenuta in materiale elastomerico.

Ciascuna tubazione dovrà riportare per impressione l'indicazione del nome del fabbricante, del diametro esterno, del tipo e della pressione di esercizio.

Tutti i tubi, i raccordi e gli accessori in PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di qualità I.I.P..

Le tubazioni dovranno presentare la superficie interna ed esterna liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti. La superficie interna della sezione dovrà essere compatta, esente da cavità e da bolle.

I tubi dovranno essere in barre da m 6 o di lunghezza inferiore, a seconda delle necessità, e dovranno essere diritti ed a sezione uniforme, perfettamente sagomati.

Nel trasporto i tubi devono essere supportati per tutta la loro lunghezza, onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari; se si usano cavi di acciaio devono essere protetti nella zona di contatto con i tubi.

Si deve tener presente che a basse temperature aumenta la possibilità di rottura; in tali condizioni il trasporto deve essere effettuato con la dovuta cautela.

Le operazioni di carico e scarico come per tutti gli altri materiali devono essere fatte con grande cura. I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

I tubi devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi stessi, come ad esempio oleose e/o bituminose.

I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a m 1,50 per evitare possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti.

Raccordi ed accessori saranno forniti, finché possibile, in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

## 7.4 Caditoie stradali

---

### GENERALITÀ

Si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotato di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia o coperchio, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità - che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni
- Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano
- Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo
- Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli
- Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggetti a transito di veicoli pesanti
- Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggetti a transito di veicoli particolarmente pesanti.

Zone di impiego delle diverse classi di chiusini e caditoie stradali

**Pozzetti per la raccolta delle acque stradali**





I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato ad elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di congruaggio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

#### **MATERIALI**

Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio
- 4) acciaio laminato
- 5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
- 6) calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.

La citata norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della UNI EN 124.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme DIN 4281, pari ad almeno 45 N/mm<sup>2</sup>, nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm<sup>2</sup> nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm<sup>2</sup>.

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

#### **MARCATURA**

Secondo il punto 9 della UNI EN 124, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI
- la classe o le classi corrispondenti
- il nome e/o la sigla del produttore



- marchio dell'eventuale ente di certificazione
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della UNI EN 124
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della UNI EN 124.

#### **Caratteristiche costruttive**

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della UNI EN 124.

#### **Aperture di aerazione**

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

#### **Dimensione di passaggio**

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotati di idonee equipaggiamento.

#### **Profondità di incastro**

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta non si per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

#### **Sedi**

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

#### **Protezione spigoli**

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della UNI EN 124.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

#### **Fessure**

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della UNI EN 124, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

#### **Cestelli e secchi scorificatori**

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

#### **Stato della superficie**

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

#### **Sbloccaggio e rimozione dei coperchi**

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

#### **Dispositivi di chiusura e di coronamento**

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 q di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato.



Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di congruaggio dello spessore occorrente.

## 8 CAPO SETTIMO: PAVIMENTAZIONI STRADALI

### 8.1 Descrizione delle opere

Con riferimento alle pavimentazioni di progetto sono stati distinte le seguenti categorie:

1. Asse principale
2. Pavimentazione rampa manutenzione
3. Ripristino percorso ciclabile

Di seguito si riportano le caratteristiche del pacchetto di pavimentazione per ciascuno dei suddetti gruppi.

1. La pavimentazione stradale di progetto, per la rampa principale, prevede un pacchetto di 55cm:
  - 30cm di fondazione in misto cementato con aggregati riciclati  $R_t \geq 0.30 \text{ MPa}$ ;
  - 10cm di base in conglomerato bituminoso a caldo;
  - 10cm di binder in conglomerato bituminoso a caldo;
  - 5cm di usura in conglomerato bituminoso a caldo.

Tale pacchetto di pavimentazione poggerà sul rilevato ed è dimensionato al fine di sopportare un traffico leggero (sole autovetture) e poco intenso, dal momento che la rampa serve unicamente per accesso/regresso ai frontisti.

2. La rampa di servizio per accedere alle valvole di regolazione del gas esistenti, verrà realizzata invece in Macadam (sp15cm) su fondazione in tout venant (sp 25cm) ed avrà larghezza 3m oltre 50cm di ciglio.
3. Sull'intero sviluppo della pista ciclopeditone esistente è prevista la fresatura ed il rifacimento del tappeto d'usura per uno spessore di 3cm.

### 8.2 Normative di riferimento

- DM 5/11/2001 - Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle strade;
- DL 30/04/1992 e s.m.i. - Nuovo Codice della Strada;
- DPR 16/12/1992 e s.m.i. - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- DL 10/09/1993 - Modifiche e Integrazioni al Nuovo Codice della Strada;
- DM 22/04/2004 - Modifica del DM 5/11/2001 per l'adeguamento delle strade esistenti;
- DM 19/04/2006 - Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle Intersezioni stradali;
- DM 30/11/1999 N. 557 Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili;
- Bozza della Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - 21 marzo 2006;
- Norme Tecniche CNR 15 Aprile 1983 n. 90 - Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane;
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale (2001) - “Studio a studio a carattere prenormativo - Rapporto di sintesi – Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali”, 10/09/2001 – Roma;
- DM - Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236;
- DM 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni;
- DM 17/01/2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;

### 8.3 Geotessili e Geotessuti

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Prima della posa in opera del geotessile, sarà cura dell'Appaltatore preparare il terreno naturale pulendolo da oggetti appuntiti o sporgenti quali ad esempio ceppaie, rami, rocce o altri materiali in grado di produrre lacerazioni. Il terreno non dovrà presentare dislivelli o solchi profondi più di 15 cm. Eventuali lacerazioni accidentali saranno coperte da un telo di geotessile intatto, dello stesso tipo e di dimensioni pari a 4 volte più grandi della lacerazione stessa.

Una volta preparato il piano con adeguata rullatura, si procederà alla stesa dei teli di geotessile in direzione ortogonale al senso di marcia dei veicoli ad opera finita. I teli dovranno essere ben stesi senza presentare pieghe od ondulazioni. I singoli teli dovranno essere sovrapposti per almeno 30 cm, o per larghezze maggiori a seconda di quanto previsto dalle schede tecniche fornite dal Produttore, e fissati al terreno, lungo le sovrapposizioni, con graffe metalliche in numero di almeno 4 ogni 25 mq di sovrapposizione. Particolare cura, nelle fasi operative, dovrà essere posta nella realizzazione dei risvolti, prevedendo un'adeguata lunghezza del telo da posare. I lembi di geotessile da risvoltare dovranno risultare bene stesi e i teli paralleli tra loro.



Il taglio dei singoli pannelli di geotessile da rullo dovrà avvenire senza danneggiare il materiale avvolto o comunque sottostante. Il materiale accidentalmente danneggiato dovrà essere allontanato.  
Sarà possibile transitare con i mezzi di cantiere sui teli di geotessile solo dopo che questi siano stati coperti da uno strato di almeno 15 cm di materiale del tipo previsto (anticapillare o rilevato).

#### CARATTERISTICHE DEL GEOTESSILE TESSUTO

Si tratta di geotessile tessuto a trama e ordito con funzione di rinforzo, separazione e filtrazione (F+R+S, come riportato nel certificato CE da presentare a cura dell'Appaltatore) realizzato in polipropilene stabilizzato ai raggi UV e costituito da bandelle regolarmente intrecciate tra loro ed avente le seguenti caratteristiche meccaniche e idrauliche:

<b>Materia prima</b>	PET	
<b>Peso unitario</b>	~ 230 g/m <sup>2</sup>	UNI EN ISO 9864
<b>Resistenza ultima a rottura</b>		
Longitudinale	≥ 100 kN/m	
Trasversale	≥ 50 kN/m	UNI EN ISO 10319
<b>Tensione sviluppata al 6 % di allungamento Longitudinale</b>	≥ 60 kN/m	UNI EN ISO 10319
<b>Allungamento alla tensione nominale</b>		
Longitudinale	≤ 10 %	
Trasversale	≤ 20 %	UNI EN ISO 10319
<b>Permeabilità all'acqua</b>	11 x 10 <sup>-3</sup> m/s	UNI EN ISO 11058
<b>Creep</b>	dopo 2 anni al 50% del carico di rottura 1 %	
<b>Dimensioni del rotolo</b>	Larghezza 5,00 m Lunghezza 300,00 m	

#### 8.4 Strato di fondazione (sottobase) in misto cementato

##### DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume secondo le specifiche della norma UNI EN 14227-1 per le miscele legate con cemento per sottofondi stradali e la norma UNI EN 13242 per le proprietà degli aggregati.

Lo spessore finito dell'unico strato in cui il materiale dovrà essere messo in opera sarà di cm 20.

##### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

###### a) Inerti

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 inerti. 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).

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- 1) il materiale deve avere dimensioni tali da risultare completamente passante al setaccio apertura 31.5 mm; non deve essere costituito da granuli di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

Serie setacci UNI EN 933-2

Fuso granulometrico miscela



Apertura [mm]	Passante in peso sul totale [%]
31.5	100
22.4	70 – 100
16	64 – 84
8	40 – 60
4	28 – 44
2	18 – 34
0.5	9 – 22
0.25	7 – 17
0.063	4 – 9

- 3) perdita in peso La perdita in peso alla prova di resistenza alla frammentazione (Los Angeles), eseguita sulle singole pezzature, secondo la norma UNI EN 1097-2, LA30 (non superiore al 30%);
- 4) l'equivalente in sabbia, secondo la norma UNI EN 933-8, compreso fra 35 e 65 %;
- 5) qualora ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, l'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm) dovrà avere:
  - 5a) sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1  $\Sigma SLA < 2$  (il valore di Los Angeles dopo i cicli gelo/disgelo comunque sempre  $< 30\%$ );
  - 5b) coefficiente di usura determinato con la prova Micro-Deval, secondo la Norma UNI EN 1097-1, in presenza di acqua (MDU), non superiore al 25 %;
- 6) l'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 4 mm) dovrà avere un Limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10.014, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità):
  - 6a) l'aggregato fino dovrà avere valore di blu di metilene, secondo norma EN 933-9  $< 10$  MBF10 ( $< 10$ );
- 7) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, rocce degradabili, rocce solfatiche, rocce reagenti con alcali del cemento, ai sensi della Norma UNI EN 932-3: 2004 (ai sensi della Norma CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984), nell'aggregato grosso deve essere inferiore all'1%;
- 8) 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: 2004 (CNR B.U. n° 104 del 27 Novembre 1984):
  - 8a) il contenuto di solfati solubili in acido dovrà essere, secondo Norma UNI EN 1744-1  $< 0.8\%$  AS0.8;
  - 8b) per il contenuto di sostanze umiche, secondo Norma UNI EN 1744-1, il colore della soluzione di prova dovrà essere più chiaro del colore normalizzato;
- 9) la reattività agli alcali potrà essere verificata secondo Norma UNI 8520-22.

#### **b) Legante**

Il cemento da impiegare, ai sensi del D.M. Industria, Commercio ed Artigianato del 13 settembre 1993, deve essere del tipo EN 197-1 CEM I, II, III o IV, tipo 32,5 o 42,5, ma non può avere elevata resistenza iniziale (32,5R o 42,5 R). La percentuale di legante sarà compresa tra il 3 e il 4% in peso sul peso dell'inerte (secco).

#### **c) Acqua**

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materie organiche e da qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento, con una possibile variazione percentuale (in aumento o in diminuzione) di 2 punti per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

### **STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di fondazione (sottobase), 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 (sottobase), con particolare riguardo a inerte e legante;
2. luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
3. luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
4. 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;
5. 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.

Per ogni componente e per il misto cementato risultante dovrà essere specificata la motivazione che ha condotto alla sua scelta, indicando - in modo esplicito - se trattasi degli esiti di un'analisi comparativa eseguita su materiali diversi (di cui si dovranno parimenti fornire le caratteristiche riscontrate).

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 le norme UNI EN 13286-41 e UNI EN 13286-42. La prova di resistenza a compressione sarà eseguita su provini confezionati in stampi cilindrici di acciaio per prova C.B.R. secondo Norma UNI EN 13286-41, 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 13286-50 per il procedimento Proctor 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 inerti secondo la curva granulometrica di progetto, dopo aver eliminato la frazione trattenuta al setaccio 20 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 Norma UNI EN 13286-41, condotta con l'applicazione di uno sforzo unitario crescente con continuità sino a rottura, in ragione di 1 N/mm<sup>2</sup>/s. La resistenza a compressione a 7 giorni, espressa come media su quattro provini, dovrà risultare compresa fra 4 e 7 N/mm<sup>2</sup>; 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 (prova brasiliana) sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 13286-42 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 0.2 MPa al secondo. La resistenza a trazione indiretta, determinata su almeno tre provini, dovrà risultare non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup>.

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.

#### **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 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 31.5 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.

## **MODALITÀ ESECUTIVE**

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

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 ai precedenti paragrafi. 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.

L'idoneità dell'attrezzatura e le modalità esecutive di posa e costipamento del misto cementato verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, dove sarà utilizzata la miscela studiata per l'intervento specifico secondo la procedura di cui al precedente paragrafo.

Tutte le operazioni anzidette non dovranno essere eseguite quando le condizioni ambientali risulteranno tali da poter danneggiare la qualità della 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 similare) 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 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.



## 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 acida (cationica) al 55% in ragione di 1-2 Kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui esso potrà venire sottoposto; successivamente si provvederà allo spargimento di sabbia.

## 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 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto mediante la metodologia analitica, 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 sopra indicate.

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 crivello o setaccio, dell'inerte con dimensioni superiori a 25 mm.

La resistenza, a 7 giorni, a compressione e a trazione indiretta secondo Norme UNI EN 13286-41 e 13286-42, determinata su provini confezionati prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo e stagionati secondo le indicazioni del precedente paragrafo, 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 N/mm<sup>2</sup> per la resistenza a compressione, 0,25 N/mm<sup>2</sup> per la resistenza a trazione indiretta).

Il *modulo di deformazione Md*, determinato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico, nell'intervallo di pressione compreso tra 0,25 e 0,35 N/mm<sup>2</sup>, secondo la norma CNR B.U. n° 146 del 14 dicembre 1992, fra 3 e 12 ore dopo la compattazione del materiale, dovrà altresì risultare non inferiore a 150 N/mm<sup>2</sup>.

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.

## TABELLA RIASSUNTIVA CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER STRATO DI FONDAZIONE (SOTTOBASE) IN MISTO CEMENTATO

<i>Serie setacci UNI EN 933-2</i> <i>Apertura [mm]</i>	<i>Fuso granulometrico miscela</i> <i>Passante in peso sul totale [%]</i>
31.5	100
22.4	70 – 100
16	64 – 84
8	40 – 60
4	28 – 44
2	18 – 34
0.5	9 – 22



0.25	7 – 17
0.063	4 – 9

Tipo di prova	Requisiti	Riferimento di prova	
Dimensione max	31.5 mm		100% passante al setaccio 31.5 mm
Requisiti granulometrici		UNI EN 933-1	Vedi pag. 17
Resistenza alla frammentazione	LA <sub>30</sub>	UNI EN 1097-2	Los Angeles <30%
Equivalente in sabbia	tra 35 e 65%	UNI EN 933-8	
Blu di metilene	MB <sub>F</sub> 10	UNI EN 933-9	
Gelo/disgelo	?S <sub>LA</sub> <2	UNI EN 1367-1	Comunque LA <sub>30</sub> <30%
Coeff. Usura Micro-Deval	<25	UNI EN 1097-1	umida
Rocce tenere, alterate, scistose, degradabili	<1%	UNI EN 932-3	Aggregato grosso e fine
Reattività agli alcali	Allungamento 1%	UNI 8520-22	
Contenuto solfati solubili in acido	AS <sub>0.8</sub>	UNI EN 1744-1 parte 12	<0.8% in massa
Contenuto di zolfo	S1	UNI EN 1744-1	<1%
Contenuto sostanze organiche		UNI EN 1744-1-parte 15.1	Colore più chiaro
Quantità legante	2.5-3.5% su secco		
Legante tipo	Tipo 32.5 – 42.5	EN 197-1	

#### STUDIO PRELIMINARE e CONTROLLI IN PRODUZIONE

Tipo di prova	Requisiti	Riferimento di prova	
Dimensione max	31.5 mm		Passante 100%
Resistenza a compressione	4 – 7 N/mm <sup>2</sup>	UNI EN 13286-41	
Resistenza a Trazione indiretta	>0.25 N/mm <sup>2</sup>	UNI EN 13286-42	

#### CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE

Analisi granulometrica	+/-5% curva progetto	UNI EN 933-1	setacci 4 – 31.5 mm
Analisi granulometrica	+/-2% curva progetto	UNI EN 933-1	setacci 0.063 – 4 mm
cemento	+/-2% quantità di progetto		
Resistenza a compressione	+/- 20% del progetto	UNI EN 13286-41	comunque >4 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a Trazione indiretta	>0.25 N/mm <sup>2</sup>	UNI EN 13286-42	comunque >0.25 N/mm <sup>2</sup>
Massa volumica in situ	97% della densità max Proctor modificata	CNR BU n° 22	Massa volumica in situ
Modulo di deformazione Md	>150 N/mm <sup>2</sup>	CNR BU n° 146	
Regolarità	+/- 1 cm dalla sagoma di progetto		

### 8.5 Conglomerato bituminoso per strato di base

#### DESCRIZIONE

Lo strato di base in conglomerato bituminoso è costituito da un misto granulare, prevalentemente di frantumazione, composto da aggregati grosso, fine ed aggregato filler secondo le proprietà degli aggregati previste dalla norma UNI EN 13043 e le specifiche della norma UNI EN 13108-1 per i conglomerati bituminosi, impastato a caldo con bitume semisolido per uso stradale con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli idonei. Il conglomerato bituminoso, una volta messo in opera, dovrà conferire una elevata resistenza meccanica allo strato di pavimentazione che lo ingloba, garantendo una 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.

In nessun caso lo spessore degli strati finiti sarà superiore a 10-12 cm.

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

##### a) Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998. Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel



conglomerato bituminoso per strato di base dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 13043, per quanto non espressamente regolato dal presente Capitolato.

L'**aggregato grosso** (frazione di dimensioni maggiori di 4 mm) dovrà essere costituito almeno per il 90% da materiale frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) Percentuale di materiale totalmente e parzialmente frantumato secondo norma UNI EN 933-5 da 90 a 100% : $C_{90/1}$ ;
- 2) perdita in peso alla *prova Los Angeles*, secondo la Norma UNI EN 1097-2 non superiore al 25%:  $L_{A25}$ ;
- 3) se richiesto dalla Direzione Lavori, *sensibilità al gelo*, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 30%:  $?S_{LA}<2$ ;
- 4) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-3 , inferiore all'1%;
- 5) Determinazione dell'affinità aggregato-bitume (*spogliamento* in acqua) secondo la Norma UNI EN 12697-11 , non superiore al 5%.

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 comunque con indice di appiattimento secondo norma UNI EN 933-3  $<20$ : FL20.

L'**aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 4 mm) dovrà essere costituito da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) *Limite Liquido*, ai sensi della Norma CNR-UNI 10.014, non superiore al 25%; il *Limite Plastico* deve essere non determinabile (e così l'*Indice di Plasticità*);
- 2) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-, inferiore all'1%;
- 3) *equivalente in sabbia*, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, non inferiore al 50%;
- 4) L'aggregato fino dovrà avere valore di blu di metilene, secondo norma EN 933-9  $<10$  MB<sub>F</sub>10 ( $<10$ ).

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

- requisiti granulometrici e requisiti fisici secondo specifiche della Norma UNI EN13043;
- avere un passante al setaccio 0,50 mm 100%;
- avere un passante al setaccio 0,125 mm  $>85\%$ ;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm  $>70\%$ ;
- avere porosità del filler compattato a secco (vuoti Ridgen) secondo norma UNI EN 1097-4 compresa fra 28 e 45:  $V_{28/45}$ ;
- avere intervallo di anello e palla (potere rigidificante del filler) eseguita secondo Norma UNI EN 13179-1  $>8$   $?_{PAB8/16}$ ;
- avere valore di blu di metilene, secondo norma EN 933-9  $<10$  MB<sub>F</sub>10 ( $<10$ ).

L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo Norma UNI EN 933-10; in alternativa comunque per via umida, secondo l'art. 5 della Norma CNR B.U. n° 23 del 14 Dicembre 1971. **b) Legante**

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" UNI EN 12591, per i bitumi semisolidi B 50-70, salvo per quanto concerne il valore di penetrazione a 25°, che dovrà essere compreso fra 60 e 70.

In particolare, per la valutazione delle caratteristiche di accettazione, si farà riferimento alle seguenti normative UNI EN o CNR:

UNI EN 1426	"Penetrazione a 25°C 60/70"
UNI EN 1427	"Punto di rammollimento (metodo palla e anello) 46/54";
UNI EN 12593	"Punto di rottura (metodo Fraass) $<-8$ ";
B.U. n° 44 del 29 Ottobre 1974	"Metodo di prova: duttilità =100"; (EN 13589)
UNI EN 12592	"Solubilità in tricloroetilene $>99$ ";
UNI EN 12607-1	"Resistenza all'indurimento (RTFOT) 0.5



Il bitume dovrà avere inoltre un Indice di Penetrazione IP (secondo Pfeiffer e Van Doormaal), determinato con la Norma UNI 4163 (come appresso indicato), compreso fra -1 e +1:

20 u - 500 v

I.P. = ----- u + 50 v dove:

u = Temperatura di rammollimento Palla e Anello [°C] - 25 v = log (800) - log (penetrazione a 25°C [dmm]).

#### c) Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi, **dovranno** essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività).

*Esse, salvo parere contrario della Direzione Lavori, potranno essere sempre impiegate nello strato di base in conglomerato bituminoso, avendo cura di scegliere tra i prodotti in commercio quelli che, sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati, avranno dato i migliori risultati e dimostreranno di conservare le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposti a temperature elevate e prolungate.*

Il dosaggio potrà variare, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% in peso, sul peso del bitume. L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature, tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

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

#### d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica, secondo Norma 13108-1, essere contenuta nel seguente fuso:

<u>Serie crivelli e setacci UNI</u>	<u>Fuso granulometrico</u>
<u>Apertura vaglio [mm]</u>	<u>Passante in peso totale [%]</u>
<b>Setaccio 31.5</b>	<b>100</b>
Setaccio 22.4	90 - 100
Setaccio 16	60 - 85
Setaccio 8	35 - 60
Setaccio 4	25 - 50
Setaccio 2	18 - 38
Setaccio 0.5	8 - 22
Setaccio 0.25	5 - 16
Setaccio 0,063	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere >3.8 percento sulla miscela - B<sub>min3.8</sub> (compreso tra il **3,70% e il 4,50%**) in peso, riferito al peso totale degli aggregati. Per gli strati di minor spessore finito dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore. *Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti in funzione del metodo adottato di compattazione (ad impatto o con pressa giratoria):*

- 1) Il valore della *stabilità Marshall*, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia Norma 12697-30, dovrà risultare superiore a 7.5 kN (750 daN) S<sub>min7.5</sub>; inoltre, il valore della *rigidezza Marshall* Norma EN 12697-34, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere superiore a 2.50 kN/mm (250 daN/mm) Q<sub>min2.5</sub>;
- 2) La percentuale di *vuoti residui*, determinata sui provini Marshall addensati secondo norma UNI EN 12697-30 dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-8, compresa fra 4% e 7% (V<sub>min4</sub> - V<sub>max7</sub>); sui provini addensati con 100 rotazioni con pressa giratoria (UNI EN 12697-31), dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-8 compresa fra 3% e 6%;
- 3) Il valore di trazione indiretta a 25 °C sui provini addensati con 100 rotazioni con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-23 >0.75 N/mm<sup>2</sup> con coefficiente di trazione indiretta = 70;
- 4) La valutazione dell'effetto di immersione in acqua (resistenza a trazione indiretta dopo sommersione) -Norma UNI EN 12697-12- dovrà essere >80% (ITSR 80) Le misure di stabilità, rigidezza e porosità saranno eseguite sui provini confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione.





La preparazione dei campioni di prova avverrà:

- presso l'impianto di produzione, per quanto concerne le prove, a cura dell'Impresa, da eseguirsi giornalmente presso apposito laboratorio mobile sul materiale da porre in opera;
- presso il Laboratorio ufficiale incaricato, su richiesta della Direzione Lavori e secondo le modalità suesposte, per quanto concerne le prove di verifica da eseguirsi sul materiale prelevato all'atto della stesa.

In ogni caso, la temperatura di preparazione dei campioni da sottoporre alle prove richieste ai punti 1), 2), 3), e 4 del presente articolo **d**, dovrà coincidere con la temperatura prevista per l'applicazione (stesa e costipamento) della miscela; comunque non dovrà risultare inferiore a quella prescritta dalla Norma UNI EN 13108-1 per i conglomerati confezionati con il tipo di bitume di cui si prevede l'impiego.

#### **STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO**

Al fine di determinare la migliore formulazione dell'impasto per la realizzazione dello strato di base, 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 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. 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 base, con particolare riguardo a inerte e legante;
- 2) luogo, modalità e tempi del loro approvvigionamento;
- 3) luogo, modalità e tempi del loro impiego, trattamento e messa in opera;
- 4) 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;
- 5) provvedimenti previsti in caso di variazione delle condizioni di cui ai punti 1 - 2 - 3.

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; per ciascuna frazione e per la miscela di aggregati che si intende impiegare, la curva granulometrica UNI EN 933-1 (C.N.R. B.U. n° 23/1971), la massa volumica apparente dei granuli UNI EN 1097-6 (CNR. B.U. n° 63/1978) e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche indicate dal Capitolato fra i requisiti di accettazione.

Per ogni componente e per il conglomerato risultante dovrà essere specificata la motivazione che ha condotto alla sua scelta, indicando - in modo esplicito - se trattasi degli esiti di un'analisi comparativa eseguita su materiali diversi (di cui si dovranno parimenti fornire le caratteristiche riscontrate).

Il dosaggio di legante con cui confezionare il conglomerato sarà preliminarmente determinato in laboratorio, per via sperimentale, mediante prova Marshall da realizzare secondo le modalità descritte al precedente paragrafo o, preferibilmente, secondo il metodo volumetrico con costipamento mediante pressa giratoria (Norma UNI EN 12697-31); saranno misurati i parametri di risultanti dalle prove eseguite dai rispettivi metodi, in base ai quali sarà giustificata la formulazione ottimale della miscela.

#### **FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, 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 all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre, i cumuli



delle diverse classi 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 inerti 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 150 e 170° C, come quella del legante (che comunque non dovrà essere inferiore a quella dell'inerte), 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%.

**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.

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 autolivellamento. 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 2 finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa 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.

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 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Procedendo alla stesa in più strati, questi dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa, spruzzata in ragione di almeno 500 g/m<sup>2</sup> (o nella quantità indicata nel progetto). Gli strati finiti dovranno avere uno spessore non inferiore a 7 cm, né superiore a 12 cm.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140 °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 idonei, in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. 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.



### CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE IN FASE DI CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA

Come prescritto dal precedente, l'Appaltatore è tenuto a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione attestante gli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale. 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.

Alla ricetta 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. Allo scopo, l'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato, legante e conglomerato, per la relativa accettazione.

In ogni cantiere di confezionamento **dovrà essere installato a cura e spese dell'Appaltatore un laboratorio mobile** idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato. In questo laboratorio dovranno essere effettuate con frequenza giornaliera, oltre quanto ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, anche le seguenti prove:

- verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione – NORMA UNI EN 933-1;
- verifica della composizione del conglomerato (analisi granulometrica degli inerti secondo NORMA UNI EN 12697-2, determinazione del contenuto di bitume secondo NORMA UNI EN 12697-1 e additivo nella miscela) all'uscita della tramoggia di stoccaggio o del mescolatore;
- verifica delle caratteristiche di resistenza del conglomerato a mezzo di: determinazione massa volumica Norma UNI EN 12697-6 (procedura A o B); determinazione percentuale di vuoti Norma UNI EN 12697-8 ; determinazione stabilità e rigidità Marshall Norma UNI EN 12697-34 o verifica del valore di trazione indiretta e percentuale dei vuoti se addensato con pressa giratoria. Dell'esito delle singole prove dovrà essere fornito resoconto scritto giornaliero alla Direzione Lavori; contestualmente dovrà essere consegnato un campione del materiale di prova (inerte, bitume, conglomerato) oggetto delle determinazioni nel laboratorio mobile, affinché possano essere eseguite presso laboratorio ufficiale tutte le verifiche che la D.L. potrà ritenere opportune. Con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, tarature dei termometri dell'impianto ed ogni altra verifica che potrà essere ritenuta opportuna o sarà richiesta dalla Direzione Lavori. Inoltre si accerteranno, con frequenza almeno bi-settimanale e per tutta la durata dei lavori, le caratteristiche del bitume impiegato e l'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore.

Presso il cantiere di produzione dovrà essere tenuto apposito registro, numerato e vidimato dalla Direzione Lavori, sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove e i controlli effettuati; copia del medesimo registro, da aggiornare al termine della singola giornata lavorativa mediante trascrizione degli esiti delle sperimentazioni quotidiane, dovrà essere sempre disponibile presso il cantiere di lavoro.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni 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.

Ogni 1.000 metri di stesa e comunque con la frequenza che la D.L. riterrà necessaria dovrà essere effettuato prelievo di 2 campioni (*coppia*) di conglomerato bituminoso all'atto dello scaricamento del medesimo sulla vibrofinitrice. I campioni saranno racchiusi in contenitori sigillati e siglati, quanto meno, dall'Impresa e dalla Direzione Lavori. Un campione sarà tempestivamente inviato o consegnato dalla Direzione Lavori a laboratorio ufficiale per le verifiche dei requisiti di accettazione, il cui esito sarà insindacabile da tutte le parti.

I campioni non trasmessi (o consegnati) al laboratorio di prova saranno conservati a cura e spese dell'Impresa, la quale resterà unica e sola responsabile - a tutti gli effetti - della loro autenticità ed integrità, sino a quando la Direzione Lavori, per iscritto, con raccomandata (A.R.), solleverà la Ditta Appaltatrice da tale incombenza.

La campionatura effettuata in fase di stesa si intende riferita alla singola corsia.

Nel caso di interventi manutentori non realizzati con continuità (e perciò di sviluppo unitario inferiore a 1.000 m), le lunghezze di stesa cui applicare la campionatura verranno calcolate sommando lo sviluppo dei singoli interventi; qualora lo sviluppo complessivo dovesse risultare inferiore al minimo prescritto per la campionatura, sarà comunque effettuato il prelievo di una coppia di campioni.

Con la frequenza indicata dalla D.L., si provvederà a prelevare campioni di materiale inerte (aggregato grosso, fino, additivo minerale), legante ed attivanti d'adesione nell'impianto di confezionamento delle miscele; tali campioni saranno sottoposti a procedura di controllo presso Laboratorio ufficiale.



Sul singolo campione di laboratorio si effettueranno quelle determinazioni che saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione Lavori. I risultati dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al medesimo articolo, nei limiti delle tolleranze di seguito previste.

Qualora i valori rilevati sul primo campione della tratta esaminata non dovessero rispettare le citate prescrizioni, l'Impresa provvederà a trasmettere al Laboratorio ufficiale un secondo campione di inerte, legante o miscela bituminosa (a seconda della/delle difformità rilevata/rilevate), proveniente dalla coppia di appartenenza del campione già testato (stessi 1.000 m di stesa). Qualora dovessero perdurare le difformità rispetto alle prescrizioni di Capitolato o se ne evidenziassero di nuove, la Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà disporre:

- A) penali o provvedimenti tecnico-amministrativi nei confronti dell'Impresa esecutrice dei lavori; ovvero, in alternativa e se l'organizzazione del cantiere autostradale lo consente:
- B) verifica immediata delle lavorazioni, mediante carotaggio di campioni dallo strato di recente realizzazione.

Nell'evenienza di cui in B), il mancato rispetto di requisiti di accettazione delle forniture e/o delle lavorazioni determinerà le penali di cui in A). **Le penalità di cui in A) sono esplicitate all'art. 17 del Capitolato.**

Le inadempienze dell'Impresa esecutrice, quale ne sia la conseguenza, non modificano il tempo utile per l'ultimazione dei lavori statuito nel relativo articolo del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Le tolleranze ammesse nell'accettazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche di aggregati, bitumi e conglomerati sono le seguenti:

- a) granulometria inerte. Rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti dal setaccio 25 mm al setaccio 4 mm, di  $\pm 3$  punti dal setaccio 2 mm al setaccio 0,063 di  $\pm 1,5$  punti rispetto ai limiti previsti per l'additivo dal presente Capitolato, purché non vengano superati i limiti del fuso;
- b) dosaggio bitume. Rispetto al valore percentuale in peso, sul peso dell'inerte, stabilito in relazione alla ricetta ottimale, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 0,3$  punti, purché il tenore di legante rientri nei limiti del presente Capitolato;
- c) resistenza Marshall o trazione indiretta. Non sono previste tolleranze per quanto concerne i valori minimi di Stabilità e Rigidezza o Trazione indiretta;
- d) altre proprietà: per quanto non espressamente previsto dal presente Capitolato, si ammette una tolleranza del 5% sul valore di soglia previsto per la singola prova di caratterizzazione, a condizione che il superamento del limite di Capitolato costituisca evento eccezionale che una seconda prova eseguita su distinto campione, destinato al medesimo utilizzo, non confermi.

I requisiti di accettazione (con le relative tolleranze, ove ammesse) dovranno comunque essere soddisfatti per le miscele prelevate sia all'impianto di produzione che all'atto della stesa, secondo quanto sopra indicato.

#### **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 97% di quella Marshall o di addensamento con pressa giratoria dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, né inferiore al 95% di quella determinata secondo la "ricetta ottimale" in fase di formulazione dell'impasto. La valutazione del peso di volume sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12697-6, su carote di 15 cm di diametro, prelevate secondo le modalità sopra descritte per la caratterizzazione dei materiali messi in opera. Il valore risulterà dalla media di due prove. Come prescritto, 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 limite di 10 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 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

#### **CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE**

TABELLE RIEPILOGATIVE CARATTERISTICHE MATERIALI e MISCELE  
Composizione granulometrica



<u>Serie crivelli e setacci UNI</u>	<u>Fuso granulometrico</u>
<u>Apertura vaglio [mm]</u>	<u>Passante in peso totale [%]</u>
<b>Setaccio 31.5</b>	<b>100</b>
Setaccio 22.4	90 - 100
Setaccio 16	60 - 85
Setaccio 8	35 - 60
Setaccio 4	25 - 50
Setaccio 2	18 - 38
Setaccio 0.5	8 - 22
Setaccio 0.25	5 - 16
Setaccio 0,063	4 - 8

#### AGGREGATO GROSSO

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	C90/1 - 90% totalmente e parzialmente frantumate
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	$L_{A25} < 25\%$
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	$< 30\% - \gamma S_{LA} < 2$ (se richiesto da DL)
Contenuto rocce tenere, alterate, scistose, ecc	UNI EN 932-3	$< 1\%$
Spogliamento in acqua	UNI EN 12697-11	$< 5\%$
Forma dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	FL20 -

#### AGGREGATO FINE e FILLER

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$> 50$
Limiti di Atterberg	CNR UNI 10014	LL $< 25\%$ IP= non plastico (NP)
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB <sub>F</sub> 10
FILLER		
Limiti di Atterberg	CNR UNI 10014	LL $< 25\%$ IP= non plastico (NP)
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB <sub>F</sub> 10
Passante al setaccio 0.125 mm	UNI EN 13043 prosp 2	$> 85\%$
Passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 13043 prosp 2	$> 70\%$
Porosità del filler (vuoti Ridgen)	UNI EN 1097-4	$V_{28/45}$ - compresi fra 28 e 45
Intervallo Palla anello (potere rigidific.)	UNI EN 13179-1	$\gamma_{PAB} 8/16 > 8$

#### LEGANTE

Caratteristiche	Normativa	prescrizioni
Tipo	UNI EN 12591	50/70
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	60 - 70 mm/10
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	46/54 °C
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	$< -8$ °C
Duttilità a 25 °C	CNR BU n° 44 (EN13589)	= 100 cm
Solubilità in tricloroetilene	UNI EN 12592	$> 99\%$
Perdita per riscaldamento RTFOT	UNI EN 12607-1	0.5 %
Indice di penetrazione I.P.	UNI EN 12591	Compreso fra -1 e +1
Eventuali altre specifiche	UNI EN 12591	Su richiesta DL
Quantità Attivanti l'adesione		Tra 0.3 e 06% in massa sul bitume

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Tenore di bitume		$B_{min3.8} > 3.8\%$ (3.70% e 4.50% su aggr.)
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	$S_{min7.5} > 7.5$ kN (costipato con 75 colpi/faccia - EN 12697-30)
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	$Q_{min2.5} > 2.50$ kN/mm
Caratteristica dei vuoti Marshall (vuoti residui)	UNI EN 12697-8	$V_{min4} - V_{max7}$ Compresi fra 4% e 7% (costipato con 75 colpi/faccia - EN 12697-30)
Caratteristica dei vuoti con pressa giratoria (vuoti residui)	UNI EN 12697-8	A 10 rotazioni 12-15% A 100 rotazioni 3-6%



		A 180 rotazioni >2% Costipamento EN 12697-31
Resistenza a trazione indiretta Coefficiente di trazione indiretta Costipazione provini con pressa giratoria	UNI EN 12697-23	>0.75 N/mm <sup>2</sup> >70 A 100 rotazioni
Effetto immersione in acqua (resistenza a traz. Ind dopo immersione.	EN12697-12	ITSR <sub>80</sub> >80% se richiesta da D.L.

#### VERIFICHE e TOLLERANZE IN CORSO D'OPERA e DOPO COMPATTAZIONE

Caratteristiche	Normativa di prova	Prescrizioni
Contenuto di legante	UNI EN 12697-1	Tolleranza ± 0.3 da ricetta
Verifica granulometrica	UNI EN 12697-2	
Aggregati da 20 mm a 4 mm		Tolleranza ± 5% da ricetta
Aggregati da 2 mm a 0.063		Tolleranza ± 3% da ricetta
Passante al setaccio 0.063		Tolleranza ± 1.5% da ricetta
Effetto immersione in acqua	EN12697-12	>80% se richiesta da D.L.
Densità dopo addensamento	UNI EN 12697-6	= 97% della densità del giorno
Densità dopo addensamento	UNI EN 12697-6	=95% della densità di studio* *
Regolarità		± 10 mm dalla superficie finita
Spessore	UNI EN 12697-29	± 2.5% dello spessore di progetto

\* della massa volumica della miscela, prelevata nello stesso giorno della stesa, addensata in laboratorio

\*\* della massa volumica della miscela dello studio di ottimizzazione

### 8.6 Conglomerato bituminoso per strati di collegamento e di usura tradizionali

#### DESCRIZIONE

Il manto della pavimentazione è costituito da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo e, precisamente, da uno strato inferiore di collegamento (binder), e da uno strato superiore di usura, con spessori prescritti nel progetto o dalla Direzione Lavori; tali conglomerati rispetteranno le specifiche della norma UNI EN 13108-1 per quanto non espressamente indicato in questo Capitolato.

Il conglomerato utilizzato per la realizzazione degli strati superficiali (binder ed usura) è costituito da una miscela di materiale granulare, prevalentemente di frantumazione, composta da aggregato grosso, fine e aggregato filler secondo le definizioni della norma UNI EN 13043:2004. Tale miscela verrà impastata a caldo con bitume semisolido per uso stradale con definizione e requisiti di cui alla Norma UNI EN 12591:2002 e UNI EN 14023 per i bitumi modificati, previo preriscaldamento degli aggregati, sarà stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipata con rulli gommati e lisci.

#### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

##### a) Materiali inerti

Il campionamento degli aggregati destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione dovrà essere eseguito secondo la Norma UNI EN 932-1:1998. Il rispetto dei requisiti di accettazione da parte degli inerti impiegati nel conglomerato bituminoso per gli strati di collegamento e usura dovrà essere verificato sulla base delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 13043, per quanto non espressamente regolato dal presente Capitolato.

**L'aggregato grosso** (frazione di dimensioni maggiori di 4 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) Percentuale di materiale totalmente e parzialmente frantumato secondo norma UNI EN 933-5 da 90 a 100% :C<sub>90/1</sub>;
- 2) perdita in peso alla *prova Los Angeles*, secondo la Norma UNI EN 1097-2, non superiore al 25%: LA<sub>25</sub>;
- 3) se richiesto dalla Direzione Lavori, *sensibilità al gelo*, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 30%: ?S<sub>LA</sub><2;
- 4) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-3 deve essere inferiore all'1%;





- 5) Affinità tra aggregato e bitume (spogliamento in acqua con o senza eventuale impiego di dopes di adesività), secondo la Norma UNI EN 12697-11 ,spogliamento non superiore al 5%;
- 6) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4, deve essere inferiore al 20 %: SI20;
- 7) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 20 %: FL20;
- 8) la porosità delle pezzature, secondo la CNR B.U. n° 65 del 18 Maggio 1978, deve essere inferiore al 1.5%;
- 9) l'indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo la norma CNR B.U. n° 65 del 18 Maggio 1978, deve essere inferiore a 0,8;
- 10) l'assorbimento di acqua, secondo la norma UNI EN 1097-6 deve essere inferiore al 2%: WA242.

per strati di usura:

- 1) il 100% del materiale, secondo norma UNI EN 933-5 è rappresentato da aggregato totalmente o parzialmente frantumato: C100/0;
- 2) perdita in peso alla prova Los Angeles, secondo la Norma UNI EN 1097-2, inferiore 20%: LA20;
- 3) se richiesto dalla Direzione Lavori, sensibilità al gelo, determinata secondo la Norma UNI EN 1367-1, non superiore al 20%: ?SLA<2;
- 4) il contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-3 deve essere inferiore all'1% ;
- 5) affinità tra aggregato e bitume (spogliamento in acqua con o senza eventuale impiego di dopes di adesività), secondo la Norma UNI EN 12697-11 spogliamento nullo;
- 6) l'indice di forma, secondo la Norma UNI EN 933-4 Gennaio 1984, deve essere inferiore al 18 %: SI18;
- 7) l'indice di appiattimento, secondo la Norma UNI EN 933-3, deve essere inferiore al 20 %:
- 8) FL20;
- 9) la porosità dei granuli delle singole pezzature, secondo la norma CNR B.U. n° 65 del 18 Maggio 1978, deve essere inferiore all'1,5%;
- 10) l'indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo la norma CNR B.U. n° 65 del 18 Maggio 1978, deve essere inferiore a 0,8;
- 11) il coefficiente di levigabilità accelerata (CLA) delle graniglie, secondo la Norma UNI EN 1097-8, deve essere non inferiore a 0,45: PSV 45;
- 12) l'assorbimento di acqua (coefficiente di imbibizione), secondo la norma UNI EN 1097-6, deve essere inferiore al 1%: WA241.

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale, dovrà contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica.

L'**aggregato fino** (frazione di dimensioni minori di 4 mm) dovrà essere costituito da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento della prova Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% in peso della miscela delle sabbie) e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) limite Liquido, ai sensi della Norma CNR-UNI 10.014, non superiore al 25%; il Limite Plastico deve essere non determinabile (e così l'Indice di Plasticità);
- 2) contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, e di rocce degradabili, ai sensi della Norma UNI EN 932-3 inferiore all'1%;
- 3) equivalente in sabbia, determinato secondo la Norma UNI EN 933-8, non inferiore al 50%; 4) valore di blu di metilene, secondo norma UNI EN 933-9 <10 MBF10 (<10).

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

- avere un passante al setaccio 0,125 mm >85%;
- avere una percentuale di passante, in peso, al setaccio 0,063 mm >70%;
- avere porosità del filler compattato a secco (vuoti Ridgen) secondo norma UNI EN 1097-4 compresa fra 28 e 45:  $V_{28/45}$ ;
- avere intervallo di anello e palla (potere rigidificante del filler) eseguita secondo Norma UNI EN 13179-1 EN PAB8/16.





L'analisi granulometrica sull'additivo dovrà essere eseguita secondo Norma UNI EN 933-10; in alternativa comunque per via umida, secondo l'art. 5 della Norma CNR B.U. n° 23 del 14 Dicembre 1971. **b) Legante**

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalla Norma UNI EN 12591, per i bitumi semisolidi B 50-70, salvo per quanto concerne il valore di penetrazione a 25°, che dovrà essere compreso fra 60 e 70. Per la valutazione delle caratteristiche di accettazione si farà riferimento alle normative già previste per la verifica del legante utilizzato nello strato bituminoso di base. **c) Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento e di usura dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività). Esse dovranno avere i requisiti già previsti in caso di impiego nei conglomerati bituminosi per strato di base (di cui all'art. 5.1.2.c). **d) Miscela**

**d.1) 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: 1.4D = 20 mm, D = 16 mm, 2 mm 0.063 mm secondo Norma 13108-1.

<u>Serie crivelli e setacci UNI</u>	<u>Fuso granulometrico miscela</u>
<u>Apertura vaglio [mm]</u>	<u>Passante in peso sul totale [%]</u>
Setaccio 20	100
Setaccio 16	90 - 100
Setaccio 8	50 - 76
Setaccio 4	30 - 56
Setaccio 2	20 - 40
Setaccio 0.5	9 - 25
Setaccio 0.25	6 - 17
Setaccio 0,063	4 - 8

Il tenore di bitume, sulla miscela dovrà essere  $> 4.8 B_{\min 4.8}$  (compreso tra il **4,6% ed il 5,6%** in peso, sul peso degli aggregati), e dovrà comunque identificarsi con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela.

Il coefficiente di riempimento dei vuoti intergranulari della miscela addensata con bitume, secondo norma 12697-8, dovrà essere compreso fra 70 e 80%,  $VFB_{\min 70} VFB_{\max 80}$ . Il contenuto di bitume della miscela sarà comunque il minimo che consente il raggiungimento dei requisiti di resistenza prescritti.

Il conglomerato dovrà avere i requisiti di seguito descritti in funzione del metodo adottato di compattazione (ad impatto o con pressa giratoria):

- 1) il valore della *stabilità Marshall*, secondo la Norma UNI EN 12697-34, determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia (UNI EN 12697-30), dovrà risultare superiore a 10 kN (1000 daN)  $S_{\min 10}$ ; inoltre, il valore della *rigidezza Marshall* Norma EN 12697-34, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere superiore a 3 kN/mm (300 daN/mm)  $Q_{\min 3}$ ;
- 2) la percentuale di *vuoti residui*, determinata sui provini Marshall addensati secondo norma UNI EN 12697-30, dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-8, compresa fra 3% e 6%  $v_{\min 3} - v_{\max 6}$ ; la percentuale di *vuoti residui* sui provini addensati con 100 rotazioni con pressa giratoria (UNI EN 12697-31), dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-8 compresa fra 3% e 6%  $v_{\min 3} - v_{\max 6}$ ;
- 3) la resistenza a trazione indiretta secondo norma UNI EN 12697-23, su provini addensati con metodo ad impatto UNI EN 12697-30, dovrà risultare superiore a 0.5 N/mm<sup>2</sup> (5 daN/cm<sup>2</sup>);
- 4) il valore di trazione indiretta a 25 °C secondo UNI EN 12697-23, sui provini addensati con 100 rotazioni con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) dovrà risultare superiore a 0.75 N/mm<sup>2</sup> (7.5 daN/cm<sup>2</sup>) con coefficiente di trazione indiretta = 70;
- 5) la valutazione dell'effetto di immersione in acqua (resistenza a trazione indiretta dopo immersione) -Norma UNI EN 12697-12 dovrà essere  $> 80\% ITS_{R80}$ .

**CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI COLLEGAMENTO CON BITUME NORMALE**

TABELLE RIEPILOGATIVE CARATTERISTICHE MATERIALI e MISCELE

<u>Serie crivelli e setacci UNI</u>	<u>Fuso granulometrico miscela</u>
<u>Apertura vaglio [mm]</u>	<u>Passante in peso sul totale [%]</u>
Setaccio 20	100
Setaccio 16	90 - 100
Setaccio 8	50 - 76
Setaccio 4	30 - 56
Setaccio 2	20 - 40



Setaccio 0.5	9 – 25
Setaccio 0.25	6 – 17
Setaccio 0,063	4 - 8

#### AGGREGATO GROSSO

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Dimensione massima		20 mm
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	C90/1 - 90% totalmente e parzialmente frantumate
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	L <sub>A</sub> 25 - <25%
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	<30% - S <sub>LA</sub> <2 (se richiesto da DL)
Contenuto rocce tenere, alterate, scistose, ecc	UNI EN 932-3	<1%
Affinità aggregato/bitume (Spogliamento in acqua)	UNI EN 12697-11	<5%
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FL20 - <20%
Indice di forma	UNI EN 933-4	SI20 - <20%
Porosità delle singole pezzature	CNR BU n° 65	<1.5%
Indice dei vuoti delle singole pezzature	CNR BU n° 65	<0.8
Assorbimento acqua (coeff. imbibizione)	UNI EN 1097-6	WA <sub>24</sub> 2 - <2%

Quantità Attivanti l'adesione	Tra 0.3 e 06% in massa sul bitume
-------------------------------	-----------------------------------

#### AGGREGATO FINE e FILLER

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Requisiti granulometria aggr. fine	UNI EN 13043 – prosp 2	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	>50
Limiti di Atterberg	CNR UNI 10014	LL <25% IP= non plastico (NP)
FILLER		
Passante al setaccio 0.125 mm	UNI EN 13043 prosp 2	>85%
Passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 13043 prosp 2	>70%
Porosità del filler (vuoti Ridgen)	UNI EN 1097-4	V28/45 - compresi fra 28 e 45
Limiti di Atterberg	CNR UNI 10014	LL<25 IP non plastico
Valire di blu	UNI EN 933-9	MB <sub>F</sub> 10
Intervallo Palla anello (potere rigidific.)	UNI EN 13179-1	>8

#### LEGANTE

Caratteristiche	Normativa	Prescrizioni bitume 50-70	Bitume modificato
Tipo	UNI EN 12591 UNI EN 14023	50/70	
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	60 -70 mm/10	45-60 mm/10
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	46/54 °C	>65 °C
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	<-8 °C	</= 15 °C
Duttilità a 25 °C	CNR BU n° 44	= 100 cm	
Recupero elastico	EN 13398		= 75
Solubilità in tricloroetilene	UNI EN 12592	>99%	
Perdita per riscaldamento TFOT	UNI EN 12607-2	0.5 %	
Indice di penetrazione I.P.	UNI EN 12591	Compreso fra -1 e +1	Compreso fra +1 e +3
Viscosità dinamica a 160° C	PrEN 13072-2		Fra 0.2 e 1 Paxs
Termostabilità	EN 13399		<2°C
Eventuali altre specifiche	UNI EN 12591	Su richiesta DL	
Caratteristiche dopo RTFOT	EN 12607-1		
Volatilità	CNR BU 54		</= 8
Penetrazione residua a 25°C	EN 1427		= 60
Incremento Punto di rammollimento	UNI EN 13179-1		</= 5

#### REQUISITI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO COLLEGAMENTO con bitume 50-70

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
-----------------	--------------------	--------------



Tenore di bitume	UNI EN 12697-1	B <sub>min4,8</sub> Compreso fra 4.6% e 5.60%
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	S <sub>min10</sub> >10 kN (costipato con 75 colpi/faccia - EN 12697-30)
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	Q <sub>min3</sub> >3.00 kN/mm
Caratteristica dei vuoti Marshall (vuoti residui)	UNI EN 12697-8	V <sub>min3</sub> V <sub>max6</sub> - fra 3% e 6% (costipato con 75 colpi/faccia - EN 12697-30)
Resistenza a Trazione indiretta con addensamento Marshall	UNI EN 12697-23	> 0.5 N/mm <sup>2</sup>
Vuoti riempiti con bitume	UNI EN 12697-8	VFBmin70 VFBmax80 (fra 70 e 80%)
Caratteristica dei vuoti con pressa giratoria (vuoti residui)—in nero capitolati cirs e autostrade spa	UNI EN 12697-8	A 10 rotazioni 12-15% A 100 rotazioni 3-6 % A 180 rotazioni >2% Costipamento EN 12697-31
Resistenza a trazione indiretta Coefficiente di trazione indiretta Costipazione provini con pressa giratoria	UNI EN 12697-23	>0.75 N/mm <sup>2</sup> >70 a 100 rotazioni
Effetto immersione in acqua (resistenza a traz. Ind dopo immersione.)	EN12697-12	ITSR <sub>80</sub> >80% se richiesta da D.L.

#### VERIFICHE e TOLLERANZE IN CORSO D'OPERA e DOPO COMPATTAZIONE

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Contenuto di legante	UNI EN 12697-1	Tolleranza ± 0.25 da ricetta
Verifica granulometrica	UNI EN 12697-2	
Aggregati da 20 mm a 4 mm		Tolleranza ± 5% da ricetta
Aggregati da 2 mm a 0.063		Tolleranza ± 3% da ricetta
Passante al setaccio 0.063		Tolleranza ± 1.5% da ricetta
Effetto immersione in acqua	EN12697-12	>80% se richiesta da D.L.
Densità dopo addensamento	UNI EN 12697-6	>97% della densità del giorno*
Densità dopo addensamento	UNI EN 12697-6	>96% della densità di studio**
% vuoti residui	UNI EN 12697-8	Compreso fra 4% e 7%
Regolarità	UNI EN 13036-7	± 10 mm dalla superficie finita
Spessore	UNI EN 12697-29	± 2.5% dello spessore di progetto

\*\* della massa volumica della miscela dello studio di ottimizzazione

\* della massa volumica della miscela prelevata nello stesso giorno della stesa addensata in laboratorio

#### d.2) Strato di usura:

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

<u>Serie crivelli e setacci UNI Apertura vaglio [mm]</u>	<u>Fuso granulometrico miscela % passante in peso sul totale</u>	<u>Fuso granulometrico miscela % passante in peso sul totale</u>
	Per strati da 3 cm	per strati da 5 cm
	Tappeto 0-12	Tappeto 0-16
Setaccio 20 mm	=	<u>100</u>
Setaccio 16	=	<u>90-100</u> 80-95
Setaccio 12.5		
Setaccio 10	<u>100</u> 90-100	=
Setaccio 8	<u>70 – 90</u>	<u>65 – 88</u>
Setaccio 4	<u>42 – 65</u>	<u>43 – 67</u>
Setaccio 2	<u>25 – 40</u>	<u>25 – 47</u>
Setaccio 0.5	<u>13-25</u> 9-18	<u>14 – 27</u>
Setaccio 0.25		
Setaccio 0,063	<u>5 - 9</u>	<u>9-19</u> 5-9



Il tenore di bitume sulla miscela dovrà essere > del 5.8%  $B_{\min 5.8}$  (compreso tra **5,5% e il 6,5%** in peso, sul peso degli aggregati), per strati di spessore 3 cm e del 5.2% ( $B_{\min 5.2}$  sulla miscela  $B_{\min 5.2}$  (compreso fra 4.9% e 6.0% sugli aggregati) per strati di spessore 5.5 cm; dovrà comunque identificarsi con quello risultante dallo studio di formulazione della miscela (art.

5.2.3).

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%  $V_{FB_{\max 80}}$ ; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall, Trazione indiretta e compattezza prescritti.

*Il conglomerato per strato di usura dovrà avere i requisiti di seguito descritti in funzione del metodo adottato di compattazione (ad impatto o con pressa giratoria):*

- 1) il valore della *stabilità Marshall*, secondo la Norma UNI EN 12697-34 (CNR B.U. n° 30 del 15 Marzo 1973), determinata su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare superiore a 12 kN (1200 daN)  $S_{\min 12}$ ; inoltre, il valore della *rigidezza Marshall* Norma EN 12697-34, dato dal rapporto fra Stabilità e Scorrimento determinati nel corso della medesima prova, dovrà essere superiore a 3.5 kN/mm (350 daN/mm)  $Q_{\min 3.5}$ ;
- 2) la percentuale di *vuoti residui*, determinata sui provini Marshall addensati secondo norma UNI EN 12697-30, dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-8, compresa fra 2% e 5%  $V_{\min 2} - V_{\max 5}$ ; sui provini addensati con 130 rotazioni con pressa giratoria (UNI EN 12697-31), dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-8 compresa fra 2% e 6%  $V_{\min 2} - V_{\max 6}$ ;
- 3) la resistenza a trazione indiretta su provini, addensati secondo norma UNI EN 12697-30, dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-23, superiore a 0.6 N/mm<sup>2</sup> (6 daN/cm<sup>2</sup>);
- 4) il valore di trazione indiretta a 25 °C sui provini addensati con 130 rotazioni con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) dovrà risultare, secondo UNI EN 12697-23 > 0.6 N/mm<sup>2</sup> con coefficiente di trazione indiretta = 50;
- 5) la valutazione dell'effetto di immersione in acqua (resistenza a trazione indiretta dopo immersione) -Norma UNI EN 12697-12- dovrà essere >80%  $ITS_{R_{80}}$ .

#### **d.3) Prescrizioni comuni ai conglomerati per binder ed usura.**

I provini per le misure di stabilità, rigidezza, porosità e trazione indiretta saranno confezionati con il conglomerato bituminoso utilizzato per la realizzazione della pavimentazione. La preparazione dei campioni di prova avverrà:

- presso l'impianto di produzione, per quanto concerne le prove, a cura dell'Impresa, da eseguirsi giornalmente presso apposito laboratorio mobile (di cui al successivo art. 5.2.5);
- presso il Laboratorio ufficiale incaricato, su richiesta della Direzione Lavori e secondo le modalità del successivo art. 5.2.5, per quanto concerne le prove di verifica da eseguirsi sul materiale prelevato all'atto della stesa.

In ogni caso, la temperatura di preparazione dei campioni da sottoporre alla prova Marshall o di trazione indiretta dovrà coincidere con la temperatura prevista per l'applicazione (stesa e costipamento) della miscela; comunque non dovrà risultare inferiore a quella prescritta dalla Norma UNI EN 12697-35 per i conglomerati confezionati con il tipo di bitume di cui si prevede l'impiego.

#### **STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLA MISCELA**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **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 autoscopatrice (ed eventuale lavaggio) e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa acida al 55%, o modificata in ragione di 1,00 1,3 Kg/m<sup>2</sup>. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa;
- la stesa sarà sempre effettuata in singolo strato; pertanto, l'applicazione di una mano di ancoraggio in emulsione bituminosa dovrà essere prevista soltanto prima della stesa del binder, come anche prima della stesa dello strato di usura;
- 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 o più finitrici.



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

#### **CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE IN FASE DI CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche: nel laboratorio mobile previsto nel cantiere di confezionamento dovranno essere effettuate con frequenza giornaliera, oltre che quanto ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, prove di verifica delle caratteristiche di resistenza del conglomerato bituminoso su provini addensati con metodo ad impatto od in pressa giratoria, a mezzo di:

- determinazione peso di volume (secondo Norma UNI EN 12697-6 );
- determinazione percentuale di vuoti (secondo Norma UNI EN 12697-8); - stabilità e rigidità Marshall (secondo Norma (UNI EN 12697-34);
- resistenza a *trazione indiretta* a 25 °C (secondo Norma UNI EN 12697-12).

Le tolleranze ammesse nell'accettazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche di aggregati, bitumi e conglomerati sono le seguenti:

- a) *granulometria* inerte - rispetto al valore percentuale del passante ai singoli vagli della curva granulometrica adottata, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 3$  punti dal setaccio 20 mm al setaccio 4 mm, di  $\pm 2$  punti dal setaccio 2 mm al setaccio 0,063 UNI, di  $\pm 1,5$  punti rispetto ai limiti previsti per l'additivo dal presente Capitolato (art. 5.2.2.a), purché non vengano superati i limiti del fuso;
- b) *dosaggio bitume* - rispetto al valore percentuale in peso, sul peso dell'inerte, stabilito in relazione alla ricetta ottimale, sarà ammessa una tolleranza di  $\pm 0,25$  punti, purché il tenore di legante rientri nei limiti del presente Capitolato;
- c) *Resistenza Marshall* - non sono previste tolleranze per quanto concerne i valori minimi di Stabilità e Rigidità;
- d) *Resistenza a trazione indiretta* - non sono previste tolleranze per quanto concerne i valori minimi di resistenza o deformazione unitaria a rottura;
- e) altre proprietà - per quanto non espressamente previsto dal presente Capitolato, si ammette una tolleranza del 5% sul valore di soglia previsto per la singola prova di caratterizzazione, a condizione che il superamento del limite di Capitolato costituisca evento eccezionale che una seconda prova eseguita su distinto campione, destinato al medesimo utilizzo, non confermi.

I requisiti di accettazione (con le relative tolleranze, ove ammesse) dovranno comunque essere soddisfatti per le miscele prelevate sia all'impianto di produzione che all'atto della stesa, come sopra indicato.

#### **CONTROLLO DEI REQUISITI ED ACCETTAZIONE DELLE LAVORAZIONI**

Al termine della compattazione lo strato di conglomerato dovrà avere una densità, uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 97% di quella Marshall o di pressa giratoria dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa, né inferiore al 96% di quella determinata secondo la "ricetta ottimale" in fase di formulazione dell'impasto (art. 5.2.3). La valutazione del peso di volume e della % di compattamento sarà eseguita secondo le Norme UNI EN 12697-6 e 12697-9, su carote di 15 cm di diametro, prelevate secondo le modalità previste al precedente art. 5.2.6 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 collegamento, oltre al grado di addensamento del conglomerato bituminoso, determinato su provini Marshall o di pressa giratoria, dovrà essere verificato il contenuto di vuoti residui in opera (secondo Norma UNI EN 12697-6), che dovrà risultare compreso fra 4 e 7%. Per lo strato di usura dovranno, inoltre, essere verificate le seguenti prescrizioni:

- 1) il contenuto di *vuoti residui*, in opera (secondo Norma UNI EN 12697-6), deve essere compreso fra 3 e 6%;
- 2) il conglomerato bituminoso deve avere una tessitura superficiale tale da non risultare scivoloso. Le caratteristiche di antisdrucchiolenza rilevate mediante *rugosimetro portatile a pendolo* (TRRL British Portable Skid Resistance Tester), secondo la Norma UNI EN 13036-4, dovranno essere espresse da un BPN superiore a 60. Per valori di BPN inferiori a 60 dovrà essere rilevato il *Coefficiente di Aderenza Trasversale* (CAT) mediante apparecchio S.C.R.I.M. (Sideway force Coefficient Routine Investigation Machine), secondo Norma CNR B.U. n° 147 del 14 Dicembre 1992, il quale sarà considerato: buono, per valori non inferiori a 0,60; soddisfacente, per valori compresi tra 0,45 e 0,60; discreto, per valori compresi tra 0,35 e 0,45; mediocre (non accettabile) per valori inferiori a 0,35;



- 3) la macrotestitura superficiale dello strato, espressa in termini di *altezza di sabbia* (HS), ai sensi della Norma UNI EN 13036-1, dovrà essere media, ovvero maggiore di 0,4 mm; 4) il conglomerato bituminoso, in opera, deve avere una superficie regolare:
- a) L'*International Roughness Index* (IRI) misurato su tratte di lunghezza superiore a 1.000 m dovrà risultare: IRI medio/km  $\square$  1,2 mm/m (deviazione standard non superiore a 0.4 mm/m);
- irregolarità media per “onde medie” (3,3 - 13 m) non superiore a 4 mm su sezioni da 25 m; sono ammesse al più n° 2 sezioni all'interno della tratta di 1.000 m con valori di irregolarità superiori a 4 mm, ma inferiori a 6 mm;
  - irregolarità media per “onde corte” (1 - 3,3 m) non superiore a 2 mm su sezioni da 25 m; sono ammesse al più n° 2 sezioni all'interno della tratta di 1.000 m con valori di irregolarità superiori a 2 mm, ma inferiori a 3 mm;
- b) L'*International Roughness Index* (IRI) misurato su tratte di lunghezza compresa fra 200 e 1.000 m dovrà risultare: IRI medio/km  $\square$  1 mm/m (deviazione standard non superiore a 0.25 mm/m);
- irregolarità media per “onde medie” (3,3 - 13 m), su 25 m, al più in n° 1 sezione con valori superiori a 4 mm, ma inferiori a 6 mm;
  - irregolarità media per “onde corte” (1 - 3,3 m), su 25 m, al più in n° 1 sezione con valori superiori a 2 mm, ma inferiori a 3 mm.

Le misure di BPN, HS, CAT e IRI dovranno essere, di norma, effettuate non prima del 120° giorno di apertura della strada al traffico né dopo il 180° giorno. I rilievi potranno essere effettuati (fatta eccezione per l'IRI) su tratti di stesa della lunghezza non inferiore a 500 m, con intervalli di 500 m; 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.

Le misure effettuate all'interno di ogni tratto di 500 m saranno raggruppate e mediate per ogni 100 metri. I valori medi così determinati saranno confrontati con le prescrizioni di Capitolato. La Direzione Lavori stabilirà, caso per caso, se gli eventuali scostamenti dei valori delle singole prove rispetto alla media siano o meno compatibili con i limiti di ripetibilità del singolo test. Come richiesto dall'art. 5.2.5, 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 2,5% dello spessore totale, a condizione che il massimo scostamento si presenti solo saltuariamente.

### CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA con bitume 50-70

#### TABELLE RIEPILOGATIVE CARATTERISTICHE MATERIALI e MISCELE

##### GRANULOMETRIA

<u>Serie crivelli e setacci UNI Apertura vaglio [mm]</u>	<u>Fuso granulometrico miscela % passante in peso sul totale</u>	<u>Fuso granulometrico miscela % passante in peso sul totale</u>
	Per strati da 3 cm	per strati da 5 cm
	Tappeto 0-12	Tappeto 0-16
Setaccio 20 mm	-	100
Setaccio 16	-	90 - 100
Setaccio 12.5	100	80 - 95
Setaccio 10	90 - 100	-
Setaccio 8	70 - 90	65 - 88
Setaccio 4	42 - 65	43 - 67
Setaccio 2	25 - 40	25 - 47
Setaccio 0.5	13 - 25	14 - 27
Setaccio 0.25	9 - 18	9 - 19
Setaccio 0,063	5 - 9	5 - 9

##### AGGREGATO GROSSO

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Dimensione massima		16 o 20 mm per i due diversi spessori dello strato





Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	C100/0 - 100% totalmente e parzialmente frantumate
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	$L_{A20} < 20\%$
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	$?S_{LA} < 2$ comunque $LA_{20} > 20\%$ (se richiesto da DL)
Contenuto rocce tenere, alterate, scistose, ecc	UNI EN 932-3	$< 1\%$
Affinità aggregato-legante (Spogliamento in acqua)	UNI EN 12697-11	0%
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	$FL_{20} < 20\%$
Indice di forma	UNI EN 933-4	$SI_{18} < 18 \%$
Porosità delle singole pezzature	CNR BU n° 65	$< 1.5\%$
Indice dei vuoti delle singole pezzature	CNR BU n° 65	$< 0.8$
Coefficiente di levigabilità accelerata	UNI EN 1097-8	$PSV_{45} > 0.45$
Assorbimento acqua (coeff. imbibizione)	UNI EN 1097-6	$WA_{241} < 1\%$

#### AGGREGATO FINE e FILLER

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$> 50$
Limiti di Atterberg	CNR UNI 10014	$LL < 25\%$ IP= non plastico (NP)
FILLER		
Passante al setaccio 0.125 mm	UNI EN 13043 prosp 2	$> 85\%$
Passante al setaccio 0.063 mm	UNI EN 13043 prosp 2	$> 70\%$
Porosità del filler (vuoti Ridgen)	UNI EN 1097-4	V28/45 - compresi fra 28 e 45
Intervallo Palla anello (potere rigidific.)	UNI EN 13179-1	$> 8$
Limiti di Atterberg	CNR UNI 10014	$LL < 25$ IP non plastico
Valire di blu	UNI EN 933-9	$MB_F10$

#### LEGANTE

Caratteristiche	Normativa	Prescrizioni bitume 50-70	Bitume modificato
Tipo	UNI EN 12591 UNI EN 14023	50/70	
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	60 - 70 mm/10	45-60 mm/10
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	46/54 °C	$> 65$ °C
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	$< -8$ °C	$< / = 15$ °C
Duttilità a 25 °C	CNR BU n° 44	= 100 cm	
Recupero elastico	EN 13398		= 75
Solubilità in tricloroetilene	UNI EN 12592	$> 99\%$	
Perdita per riscaldamento TFOT	UNI EN 12607-2	0.5 %	
Indice di penetrazione I.P.	UNI EN 12591	Compreso fra -1 e +1	Compreso fra +1 e +3
Viscosità dinamica a 160° C	PrEN 13072-2		Fra 0.2 e 1 Paxs
Termostabilità	EN 13399		$< 2$ °C
Eventuali altre specifiche	UNI EN 12591	Su richiesta DL	
Caratteristiche dopo RTFOT	EN 12607-1		
Volatilità	CNR BU 54		$< / = 8$
Penetrazione residua a 25°C	EN 1427		= 60

Quantità Attivanti l'adesione		Tra 0.3 e 06% in massa sul bitume
-------------------------------	--	-----------------------------------

#### REQUISITI DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA con bitume 50-70

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Tenore di bitume (calcolato sulla miscela)	UNI EN 12697-1	$B_{min5.8}$ (fra 5.5% e 6.50%) - per strato 3 cm – $B_{min5.2}$ (tra 4.90% e 6.0%) per strato da 5 cm
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	$S_{min12} > 12$ kN (costipato con 75 colpi/faccia - EN 12697-30)
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	$Q_{min3.5} > 3.50$ kN/mm
Caratteristica dei vuoti Marshall (vuoti residui)	UNI EN 12697-8	$V_{min2} - V_{max5}$ fra 2% e 5% (costipato con 75 colpi/faccia - EN 12697-30)





Vuoti riempiti con bitume		VFB <sub>max80</sub> <80%
Resistenza a trazione indiretta con addensamento Marshall 75 colpi/faccia		>0.6 N/mm <sup>2</sup> -
Caratteristica dei vuoti con pressa giratoria (vuoti residui)	UNI EN 12697-8	A 10 rotazioni 10-14% A 130 rotazioni 2-6 % A 220 rotazioni >2% Costipamento EN 12697-31
Resistenza a trazione indiretta Coefficiente di trazione indiretta Costipazione provini con pressa giratoria	UNI EN 12697-23	>0.6 N/mm <sup>2</sup> - >50 130 rotazioni
Effetto immersione in acqua (variazione di trazione indiretta)	EN12697-12	ITSR <sub>80</sub> >80% se richiesta da D.L.

#### VERIFICHE e TOLLERANZE IN CORSO D'OPERA e DOPO COMPATTAZIONE

Caratteristiche	Normativa di prova	prescrizioni
Contenuto di legante	UNI EN 12697-1	Tolleranza ± 0.25 da ricetta
Vuoti residui	UNI EN 12697-8	Compresi fra 3% e 6%
Verifica granulometrica	UNI EN 12697-2	
Aggregati da 20 mm a 4 mm		Tolleranza ± 5% da ricetta
Aggregati da 2 mm a 0.063		Tolleranza ± 2% da ricetta
Passante al setaccio 0.063		Tolleranza ± 1.5% da ricetta
Effetto immersione in acqua	EN12697-12	>80% se richiesta da D.L.
Densità dopo addensamento	UNI EN 12697-6	>97% della densità del giorno**
Densità dopo addensamento	UNI EN 12697-6	>96% della densità di studio*
Spessore	UNI EN 12697-29	± 2.5% dello spessore di progetto
Resistenza slittamento /decapaggio Regolarità IRI	UNI EN 13036-4	BPN>60 (se inferiore prove con apparecchio SCRIM vedi 5.2.7
Macrotestitura superficiale	UNI EN 13036-1	Media >0.4 mm
Regolarità superficiale	UNI EN 13036-7	<4 mm

\*\* della massa volumica della miscela dello studio di ottimizzazione

\* della massa volumica della miscela, prelevata nello stesso giorno della stesa, addensata in laboratorio



## 9 CAPO OTTAVO: SISTEMI DI RITENUTA

### 9.1 Descrizione delle opere

Come previsto dall'articolo 6 del D.M. 21.06.2004, nella successiva tabella sono indicate le principali caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare ed in particolare la classe, l'indice di severità A.S.I. (art. 4 e 6 allegato al D.M. 03.06.1998), i materiali, la larghezza utile e le dimensioni. Il peso non è stato ritenuto elemento vincolante al fine della posa in opera, del funzionamento e dell'efficacia dei dispositivi di ritenuta e non è stato quindi indicato.

Destinazione	Classe	Materiale	Indice di severità	H max	Ingom. Trasv.	Larghezza Utile W
Laterale	N2	Acciaio	A	850 mm	655 mm	W4

Negli elaborati grafici sono riportate le caratteristiche dimensionali della tipologia di barriere prevista; gli elementi e le dimensioni previsti per le diverse tipologie di barriere da impiegare, sono indicativi e non vincolanti (ad eccezione dei requisiti di cui alla sopracitata tabella), le dimensioni esatte saranno quelle indicate negli elaborati grafici allegati alla documentazione di conformità delle barriere. La fornitura dell'Impresa Appaltatrice dovrà comunque ottemperare i disposti del D.M.18.02.1992 e s.m.i. ed il D.M. 21.06.2004 indipendentemente dal produttore, ferma restando l'obbligatorietà per la Ditta produttrice e per l'Impresa installatrice della presentazione della documentazione – obbligatoria per legge - già richiamata ai punti precedenti della presente relazione tecnica.

### 9.2 Normative di riferimento

- Circolare LL.PP. n. 2337 d.d. 11/07/1987 (istruzioni sulle barriere di sicurezza stradali in acciaio);
- D.M. LL.PP. d.d. 04/05/1990 (Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei Ponti stradali);
- D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992 (Regolamento istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza);
- D.LGS. n. 285 d.d. 30/04/1992 (Nuovo Codice della Strada);
- D.P.R. n. 246 d.d. 21/04/1993 (Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione);
- Circolare LL.PP. n. 2595 d.d. 09/06/1995;
- Circolare LL.PP. n. 2357 d.d. 16/05/1996;
- D.M. LL.PP. d.d. 15/10/1996 (Aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d.18/02/1992);
- Circolare LL.PP. n. 4622 d.d. 15/10/1996 (Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali);
- Circolare A.N.A.S. n. 17600 d.d. 05/12/1997;
- Circolare A.N.A.S. n. 6477 d.d. 27/05/1998;
- D.M. LL.PP. d.d. 03/06/1998 (Ulteriore aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992) Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale (con esclusione delle istruzioni tecniche sostituite dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 n. 2367);
- D.M. LL.PP. d.d. 11/06/1999 (Integrazioni del D.M. LL.PP. d.d. 03.06.1998)
- Circolare A.N.A.S. n. 7735/99 (Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali);
- Circolare LL.PP. n. 7938 d.d. 06/12/1999 (Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano merci pericolose);
- Circolare LL.PP. d.d. 06/04/2000 (Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali);
- UNI EN 1317 - Barriere di sicurezza stradali: parti 1, 2, 3 e 4;
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 - Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura;
- D.M. 5.11.2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e s.m.i.;
- D.M. II.TT. d.d. 23/12/2002 (Proroga dei termini previsti dall'art. 1 del D.M. 02/08/2001);
- D.M. II.TT. d.d. 21/06/2004 (Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale);
- Direttiva 25 agosto 2004 (Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali - per quanto ancora applicabile);



- Circolare 20.09.2005 n. 3533 - Direttive inerenti le procedure ed i documenti necessari per le domande di omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali ai sensi del D.M. 21.06.04 (per quanto ancora applicabile);
- Circolare 15.11.2007 n. 104862- Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004 (per quanto ancora applicabile).
- Norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2007+A1:2008 (Barriere di sicurezza stradali - Parte 5: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli);
- D.M. 19.4.2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- D.M. II.TT. 28 giugno 2011 (Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale).

### 9.3 Barriere di sicurezza in acciaio

---

#### ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare il certificato d'omologazione del tipo o dei tipi di barriere stradali previsti dal Progetto di Dettaglio, rilasciato dall'Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale del Ministero dei Lavori Pubblici ai sensi dei D.M. sopracitati. In mancanza della suddetta omologazione, l'Impresa è obbligata, prima dell'inizio dei lavori, sempre per le barriere previste dal Progetto, a presentare sia un esemplare, (in originale o copia autenticata) della certificazione completa delle prove d'impatto dal vero (crash-test) eseguita presso uno degli istituti autorizzati alle prove (Circolare 15.10.96 n° 4622 – G.U. n° 283 del 03.12.1996 pag. 61), che la Dichiarazione in originale, sottoscritta dal Produttore, dalla quale si evince che, per quel tipo (o quei tipi di barriera) è stata avanzata richiesta di omologazione al suddetto Ispettorato Generale. Tale dichiarazione può essere sostituita da copia autenticata della richiesta di omologazione.

Le prove d'impatto dal vero (crash-test) di cui alla suddetta certificazione, dovranno corrispondere, esattamente, a quanto prescritto dal D.M. del 15.10.96 del Ministero dei LL.PP. (artt. 8 e 9 ed all. 1.A) o anche dal successivo D.M. del 03.06.1998; la difformità, anche di un solo elemento, da quanto prescritto dal suddetto D.M. per le prove di omologazione, comporterà l'esclusione del prodotto dalla necessaria accettazione da parte della D.L.

L'Impresa dovrà inoltre attestare che, in conformità a quanto previsto dalle Circolari 16.05.96 n° 2357, 23.12.96 n° 5923 e 09.06.97 n° 3107, nella realizzazione delle opere in oggetto utilizzerà prodotti per i quali è stata conseguita la certificazione di qualità.

Per quanto non in contrasto con quanto sopra, valgono inoltre tutte le prescrizioni generali riportate all'ART. "Qualità e provenienza dei materiali" e ART. "Prove dei materiali".

In particolare i prelievi a campione, in fase esecutiva, del materiale da sottoporre alle prove, potrà avvenire sia in stabilimento, sia all'atto della consegna in cantiere alle Imprese esecutrici dei componenti dell'impianto di sicurezza.

Oltre alle prove di resistenza strutturale da eseguire sui nastri, sostegni, e sui sistemi di collegamento, potranno essere previste anche le seguenti prove sui materiali:

- determinazione della quantità di zinco per metro quadrato;
- determinazione dell'uniformità dello zinco;
- prova di corrosione in camera a nebbia salina;
- determinazione della qualità dello zinco;
- determinazione delle dimensioni, spessore e peso degli elementi componenti la barriera;
- prova di trazione a cuneo su viti;
- prova di durezza Vickers sui bulloni;
- qualificazione del tipo di acciaio di ogni elemento costituente la barriera.

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.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera e i suoi accessori dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe360, zincati a caldo con quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia; in particolare i nastri e i distanziatori secondo le norme ASTM A 123, i sostegni, i bulloni ed i pannelli di grigliato secondo le norme UNI 5744/66.

Le qualità degli acciai da utilizzare dovranno essere quelle previste dalla Norma qualitativa EN 10025-90 + Aa 93 o, in alternativa, EN 10025-90, UNI 7070/82, DIN 17100-80, NF A 35501 83, BS 4360-86.

Sono ammessi acciai con stesse caratteristiche e qualità pur con riferimenti a norme diverse, ma corrispondenti.

La composizione chimica del prodotto deve rispecchiare i valori analitici della Norma di riferimento. Il prodotto dovrà avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla Norma NF 35.503.CL-1.



Le tolleranze di spessore devono essere conformi alla Norma EN 10051-91. Tutti gli spessori relativi ai componenti le barriere si intendono al netto della zincatura successiva alla lavorazione dell'acciaio.

Tutti gli oneri sostenuti dall'Impresa per le attività di cui al presente paragrafo "B)", s'intendono compresi e compensati nei prezzi contrattuali.

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

Nella posa in opera delle barriere saranno osservate le seguenti prescrizioni.

In generale, la barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada sul limite della pavimentazione stradale e l'altezza del bordo superiore sia arretrata rispetto all'onda inferiore, comunque in accordo con le indicazioni del Progetto Esecutivo della Direzione Lavori.

I nastri saranno collegati tra loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature ed il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia, in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico; sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti.

Se del caso, nei tratti stradali in curva con raggio inferiore a 50 m saranno impiegati nastri appositamente piegati con raggio uguale a quello della curva.

Ciascuna installazione sarà provvista di appositi raccordi terminali e di adeguati elementi di raccordo tra barriere di diverso tipo, e di cuspidi, ove necessario.

I sostegni delle barriere, per le sedi stradali, saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante od a percussione fino alla profondità necessaria prevista dal Progetto di Dettaglio in relazione alla tipologia di barriera impiegata, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale.

In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione di particolari opere od accorgimenti di rinforzo, senza alcun ulteriore compenso.

Dopo l'infissione le cavità eventualmente formatesi alla base dei sostegni secondo la natura della sede dovranno essere riempite con materiale inerte costipato o bitumato, e dovranno essere risistemate le banchine manomesse. Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese di allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento.

La barriera da installare sui rilevati dovrà avere un ingombro tale che la proiezione del nastro cada in corrispondenza del ciglio asfaltato: è ammesso l'arretramento della barriera di sicurezza dal suddetto ciglio, su indicazione della Direzione Lavori, purché i montanti della stessa siano idoneamente ammorsati nel rilevato e garantiscano gli indici di severità previsti.

Lungo i cordoli ed i marciapiedi degli impalcati dei viadotti e sul bordo delle opere d'arte, le barriere, le reti ed i parapetti dovranno essere montate in modo da permettere la regolare percorribilità delle carreggiate, tenendo conto degli spazi utili a disposizione per la contemporanea presenza delle altre opere d'arredo (punti luce, barriere antirumore, segnaletica verticale) ove previsto; il montaggio in presenza di tali manufatti, ed eventualmente in fasi successive e tempi diversi non autorizzano l'Impresa ad alcuna richiesta di compensi, né ad accampare pretese di sorta.

E' onere dell'Impresa la movimentazione, gli adeguamenti necessari ed il riposizionamento di quanto interferente con la posa dei materiali.

In particolare, durante la fase di infissione dei montanti, l'Impresa dovrà prestare particolare attenzione alla presenza di servizi, cavidotti, a tutte le opere predisposte per lo smaltimento delle acque (embrici, canalette, tubazioni, ecc.), e quant'altro interferente con i lavori; l'onere per la localizzazione di tali interferenze, e per l'eventuale ripristino delle stesse nel caso di danneggiamento, è a carico dell'Impresa.

I montanti con piastra saldata alla base, verranno fissati alle opere in calcestruzzo per mezzo di idonei tirafondi inghisati sui fori mediante resine epossidiche bicomponenti, o con altri prodotti da sottoporre al benestare della Direzione Lavori.

## 10 CAPO NONO: SEGNALETICA

### 10.1 Descrizione delle opere

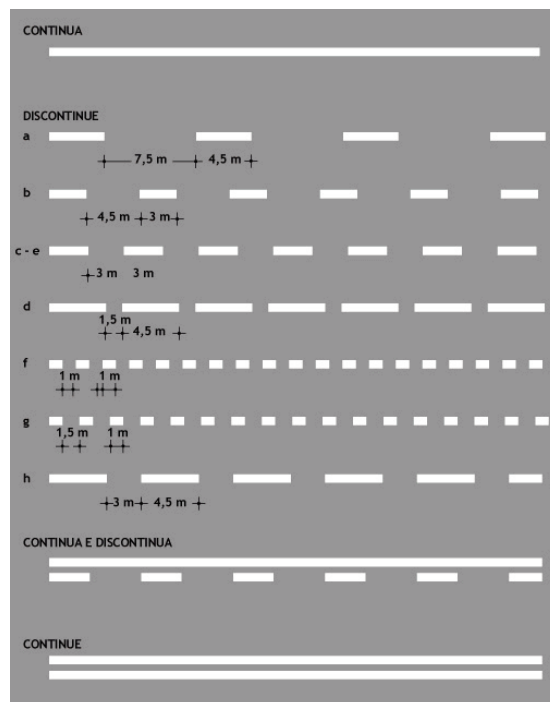
La segnaletica orizzontale e verticale è progettata coerentemente con quanto previsto dalla vigente normativa in materia secondo le diverse classificazioni degli assi stradali ed i range di velocità di progetto previsti.

Per quanto riguarda la segnaletica verticale si prevede, per quanto possibile, l'installazione di nuovi segnali e sostegni anche lungo i tratti di adeguamento della viabilità esistente. Il progetto prevede l'installazione delle seguenti tipologie di segnaletica verticale:

- Segnaletica verticale di pericolo e prescrizione (precedenza, divieto ed obbligo) di tipologia coerente ai seguenti limiti di velocità;
  - o 50km/h lungo l'asse principale

La segnaletica orizzontale viene prevista come da Normativa vigente: striscia continua di margine da 12 cm (tipo f in corrispondenza piazzole e accessi) e striscia di separazione dei sensi di marcia da 12 cm (continua o tipo b), tali da garantire elevata visibilità sia di giorno che di notte, anche in presenza di pioggia.

Iscrizioni e simboli sono previsti come da Normativa per strade di tipo F (strade locali extraurbane).



### 10.2 Normative di riferimento

- D. Lgs. 30.04.1992 n.285 e s.m.i. "Nuovo Codice della Strada";
- D. P. R. 16.12.1992 n.495 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";
- Direttiva 24 ottobre 2000 del Ministero dei Lavori Pubblici "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle Norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione", (G.U. 28.12.2000, n.301);
- D. M. 05.11.2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade (modificato in seguito con il D.M. del 22 aprile 2004);
- D.M. 19 aprile 2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.

### 10.3 Segnaletica orizzontale

#### GENERALITA'

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccia linee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure, scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

1) Prove ed accertamenti. - Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche, dalla quale dovranno risultare peso per litro a 25 gradi C, il tempo di essiccazione, viscosità, percentuale di pigmento, percentuale di non volatile, peso di cromato di piombo o del biossido di titanio per altro di pittura gialla o bianca rispettivamente percentuale in peso delle sfere e percentuale di sfere rotonde, tipo di solvente da usarsi per diluire e quantità raccomandata l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Le pitture acquistate dovranno soddisfare i requisiti esplicitamente elencati nel successivo paragrafo 2 ed essere conformi alla dichiarazione delle caratteristiche fornite al venditore entro le tolleranze appresso indicate.

Qualora la vernice non risulta conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre al fornitore la sostituzione a sua cura e spese, comprese quelle di maneggiamento e trasporto con altra vernice idonea.



Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superanti le quali verrà rifiutata la vernice:

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro limiti previsti;
- peso per litro: chilogrammi 0,03 in più od in meno di quanto indicato dalla norma.

Nessuna tolleranza è invece ammessa per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

2) Caratteristiche generali delle vernici. - La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

- a) Condizioni di stabilità. - Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica: il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/kg. (ASTM D 1738) ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25 gradi C (ASTM D 1473).

- b) Caratteristiche delle sfere di vetro. - Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 usando per la determinazione del metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzione acide saponate a pH 5-5.3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

Setaccio ASTM	% in peso
perline passanti per il setaccio n. 70	100%
perline passanti per il setaccio n. 140	15 - 55%
perline passanti per il setaccio n. 230	0 - 10%

- c) Idoneità di applicazione. - La vernice dovrà essere adottata per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

- d) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccazione. - La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a chilogrammi 0,100 per metro lineare di striscia larga cm. 12 e di chilogrammo 1,00 per superfici variabili di mq. 1,3 e 1,4. In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione dalla temperatura dell'aria tra i 15 gradi C. e 40 gradi C. e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-45 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccazione sarà anche controllato in laboratorio secondo le Norme ASTM D/711-35.

- e) Viscosità. - La vernice, nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccia linee; tale consistenza, misurata allo stormer viscosimeter a 25 gradi C espressa in umidità krebs sarà compresa tra 70 e 50 (ASTM D 562).



- f) Colore. - La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.  
La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.  
Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.  
Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione appaltante, in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.
- g) Veicolo. - Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.
- h) Contenuto di pigmento. - Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 20% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 22% in peso.
- i) Resistenza ai lubrificanti e carburanti. - La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.
- j) Prova di rugosità su strada. - Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35.

#### **10.4 Segnaletica verticale**

---

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Nuovo codice della Strada approvato con D.L. 30/04/1992 n. 285 e s.m. e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione approvato con D.P.R. 16/12/1992 N. 495 e s.m..

Le prescrizioni tecniche relative alle pellicole rifrangenti si intendono soddisfatte qualora i materiali forniti dalla ditta produttrice risultino sopportare, con esito positivo, tutte le analisi e prove di laboratorio che devono essere chiaramente specificate nelle relative certificazioni.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'appaltatore, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora.

##### **PANNELLO SEGNALETICO**

I segnali dovranno essere in alluminio spessore 25/10 con pellicola riflettente omologata della classe 1 e classe 2 ai sensi dell'art. 30 del D.M. n. 156 dd. 27.4.1990 e con le caratteristiche specificate nel Disciplinare Tecnico dd. 23.6.1990 nonché, in conformità a quanto stabilito dal Nuovo Codice della Strada D.L. 30.4.1992 n. 285 e relativo Regolamento di esecuzione D.P.R. 16.12.92 n. 495.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola. tutti i segnali porteranno sul retro gli attacchi speciali per l'ancoraggio ai sostegni.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di passivazione effettuato mediante polifosfatazione organica o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il segnale e la scatolatura verranno rifiniti sulle due facce con colore grigio neutro con speciale smalto sintetico coma da art. 77 del regolamento D.P.R. 16.12.92 n. 495.

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard adatto a sostegni tubolari aventi diametro di mm. 60 (0.90 per le maggiori dimensioni), composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm. 12 saldate e da rinforzi a omega della lunghezza di cm. 50 per l'attacco inferiore.

Le controstaffe per l'ancoraggio dovranno essere del tipo a 3 bulloni in acciaio zincato dello spessore di mm. 3-4 complete di bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati.

Per i segnali di cantiere temporanei si dovrà fornire unitamente alle tabelle il relativo cavalletto a trepiede metallico costruito in maniera robusta in ferro piatto pieno e non in lamiera stampata con asta di blocco dei piedi onde evitare la completa apertura degli stessi.

##### **Pellicole**





La pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale a "pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomata secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutta l'azione combinata della depressione e del calore.

Le pellicole retroriflettenti autoadesive dovranno essere applicate con tecniche che garantiscono che la pressione necessaria all'adesione delle pellicole sul supporto sia stata esercitata in maniera uniforme sull'intera superficie del segnale.

Comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole catarifrangenti.

Tutti i segnali dovranno pervenire in Cantiere con la faccia a vista protetta dalla carta speciale usata per l'applicazione a vacuum.

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi dimensioni e misure prescritte dal D.M. 27.4.1990 n. 156 e dal disciplinare Tecnico approvato con D.M. di data 23.6.1990 nonché dal D.P.R. 16.12.92 n. 495.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali, dovranno essere della migliore qualità di commercio.

## DEFINIZIONI

### - PELLICOLA DI CLASSE 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni.

Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti nella tabella II e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione all'esterno in condizioni medio-ambientali.

Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

### - PELLICOLA DI CLASSE 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni.

Il coefficiente areico di intensità luminosa deve rispondere ai valori minimi prescritti nella Tabella III di seguito riportata e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno di condizioni medio-ambientali. Per la vita utile del segnale valori inferiori devono essere considerati insufficienti.

## CARATTERISTICHE COLORIMETRICHE E FOTOMETRICHE

### - COORDINATE TRICROMATICHE E FATTORE DI LUMINANZA.

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nella segnalazione stradale devono rientrare nelle zone consentite nel diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tabella I.

TABELLA I - Coordinate colorimetriche valide per le pellicole di classe 1 e 2

COLORE	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (illuminante normalizzato D65 geometria 45/0)				Fattore di luminanza minimo PELICOLE	
	1	2	3	4	CL. 1	CL. 2
BIANCO X	0,350	0,300	0,285	0,335	0,35	0,27
Y	0,360	0,310	0,325	0,375		
GIALLO X	0,545	0,487	0,427	0,465	0,27	0,16
Y	0,454	0,423	0,483	0,534		
ROSSO X	0,690	0,595	0,569	0,655	0,05	0,03
Y	0,310	0,315	0,341	0,345		
VERDE X	0,007	0,248	0,177	0,026	0,04	0,03
Y	0,703	0,409	0,362	0,399		
BLU X	0,078	0,150	0,210	0,137	0,01	0,01
Y	0,171	0,220	0,160	0,038		
ARANCIO X	0,610	0,535	0,506	0,570	0,15	0,14



MARRONE X	Y	0,390	0,375	0,404	0,429		
		0,430	0,430	0,494	0,540	0,04	0,03
	Y	0,340	0,390	0,420	0,370		

**-COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA**

**- Prescrizioni**

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tabella II per le pellicole retroriflettenti di classe 1 e nella tabella III per le pellicole retroriflettenti di classe 2. Per i colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore bianco di base, il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore al 70% dei valori minimi indicati per i colori di riferimento riportati nella seguente tabella:

**TABELLA II - Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa**

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/-1 - m/-2)						
Div.	I 11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
20'	5^	50	35	10	7	2	20	0,6
	30^	24	16	4	3	1	4,5	0,2
	40^	9	6	1,8	1,2	0,4	2,2	-
2^	5^	5	3	0,8	0,6	0,2	1,2	0,02
	30^	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,6	0,02
	40^	1,5	1,0	0,3	0,2	0,06	0,4	-

**TABELLA III - Pellicole di Classe 2 ad alta risposta luminosa**

ANGOLI		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/-1 - m/-2)						
Div.	I 11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO	MARRONE
20'	5^	180	122	25	21	14	65	8,5
	30^	100	67	14	11	7	40	5
	40^	95	64	13	11	7	20	-
2^	5^	5	3	0,8	0,6	0,2	1,5	0,2
	30^	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,9	0,1
	40^	1,5	1,0	0,3	0,2	0,006	0,8	-

**- Metodologia di prova.**

La misurazione del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n. 54 con illuminante normalizzato A (2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione d/2
- la misura dell'illuminamento E/1 in corrispondenza del campione
- la misura dell'illuminamento  $E_r$  su rilevatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione:  $I = E_r \cdot d^2$

La verifica del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti ad invecchiamento artificiale, alla resistenza alla nebbia salina, ed alla resistenza ai carburanti.

**CARATTERISTICHE E QUALITÀ DEI SOSTEGNI**

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di Km/h 150, pari ad una pressione dinamica di 140 kg/mq (Circ. 18591/1978 del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP. relativa al D.M. del 3/10/1978).

Le fondazioni in conglomerato cementizio dovranno essere gettate in opera e dimensionate per gli sforzi derivanti dalla spinta sopra indicata.

L'impresa rimarrà pertanto unica e sola responsabile in qualsiasi momento della stabilità dei segnali sia su pali che su portali, sollevando da tale responsabilità sia l'Amministrazione che i suoi Funzionari da danni che potessero derivare a cose o persone.

**SOSTEGNI A PALO**



I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali), saranno in acciaio tubolare del diametro 60 e 90 mm. aventi rispettivamente spesso mm. 3 e mm. 3,2 e previo decapaggio del grezzo dovranno essere zincati a caldo secondo le norme U.N.I. 5101 e ASTM 123 e non verniciati.

Previ pareri della Direzione Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8; mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli di maggiore superficie.

I pali di sostegno e controvento saranno chiusi alla sommità con tappo di plastica ed avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio.

I sostegni dei segnali verticali (esclusi i portali) dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno.

I sostegni saranno completi di tutte le staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.

I sostegni (mensole) per i segnali da fissare a parete saranno costituiti da barre in acciaio zincato con sezioni ad "U" fornite in spezzoni da mm. 4,00.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio potranno essere richiesti dalla Direzione Lavori anche in acciaio zincato a caldo (secondo la norma ASTM 123) con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di kg/mq 140 ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio U.N.I 3569 - T-V 16 dell'altezza di mm. 40.

## **FONDAZIONI E POSA IN OPERA**

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm. 40x40x60 di altezza in conglomerato cementizio dosato a kg.250 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'appaltatore tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Appaltatore dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizionare agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla D.L..

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla D.L. e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Appaltatore ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

La valutazione della segnaletica verticale sarà effettuata a numero o superficie secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco. Qualora le targhe di indicazione o di preavviso vengano realizzate mediante composizione di vari pannelli, la valutazione sarà effettuata applicando il relativo prezzo ai singoli pannelli.

Le dimensioni dei cartelli devono essere in ogni caso conformi a quanto prescritto dai regolamenti vigenti. Nel caso di fornitura non regolamentare, questa non sarà accreditata e l'appaltatore è obbligato a sostituirla con altra regolamentare.

La valutazione dei sostegni sarà effettuata a numero, metro lineare o a peso secondo quanto indicato nei singoli articoli di elenco.

## **ISCRIZIONI**

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante nonché l'anno di fabbricazione del cartello e l'ente proprietario della strada.

Il complesso di tali iscrizioni, dovrà occupare una superficie inferiore di cmq. 200 secondo quanto disposto dall'art. 77 comma 2 del D.P.R. 16.12.1992 n. 495 e s.m..



## **11 CAPO UNDICESIMO: OPERE A VERDE**

---

### **11.1 Descrizione delle opere**

---

Gli interventi relativi alle opere a verde sono limitati al rinverdimento delle scarpate di progetto.

### **11.2 Materiali per le opere di sistemazione a verde**

---

Tutto il materiale fornito dovrà essere delle migliori qualità, senza difetti e in ogni caso con qualità uguale o superiore a quanto prescritto dal progetto, dal presente capitolato e dalla normativa vigente. In ogni caso l'Appaltatore è tenuto a fornire alla Direzione Lavori la tracciabilità del materiale fornito per approvazione.

#### Sementi

La semente utilizzata dovrà presentare le caratteristiche varietali richieste e dovrà essere fornita sempre nelle confezioni originali sigillate e munite della certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Eletti). Sulla confezione dovranno essere riportate, secondo la normativa vigente, il grado di purezza, la germinabilità e le date di confezionamento e scadenza. Se non utilizzate immediatamente, le sementi andranno conservate in un locale idoneo (fresco e secco).