



Anas S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di  
Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. e concessionaria ai sensi del D.L.  
138/2002 (convertito con L. 178/2002)

Struttura Territoriale Emilia Romagna  
Viale A. Masini, 8 - 40126 Bologna T [+30] 051 6301111 - F [+39] 051 244970  
Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

## Miglioramento del collegamento tra S.S. 16 e S.S. 309 dir.

### PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI:

**FRANCHETTI S.P.A.**  
Direttore Tecnico:  
**Ing. Paolo Franchetti**

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

**FRANCHETTI**  
BRIDGE DIAGNOSTICS AND PREDICTIVE MAINTENANCE

IL GEOLOGO

**Geol. Matteo Scalzotto**

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

**Ing. Paolo Franchetti**

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

**Ing. Francesco Pisani**

**Ing. Michele Frizzarin**  
**Ing. Francesco Zaccaro**  
**Ing. Matteo Nicolodi**  
**Ing. Antonio Sbordoni**

PROTOCOLLO

DATA

### DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO DEL	N. PROG.	171-18_P_2_TR_RE_05.0_Disciplinare			
<input type="text" value="240117"/>	<input type="text" value="8813"/>	CODICE ELAB.	<input type="text" value="T00PS00TRARE03"/>	<input type="text" value="A"/>	-
A	EMISSIONE	Ottobre 2020	Ing. Nicolodi	Ing. Zaccaro	Ing. Franchetti
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO





Comune di RAVENNA (RA)

Miglioramento del collegamento tra S.S. 16 e S.S. 309 dir

**PROGETTO DEFINITIVO**

Lavori di miglioramento del collegamento tra la S.S. 16  
"Adriatica" e la S.S. 309 dir "Romea".

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE  
DEGLI ELEMENTI TECNICI**



## INDICE

<b>PARTE 1</b>	<b>7</b>
<b>PREMESSA</b>	<b>7</b>
<b>PARTE 2</b>	<b>8</b>
<b>QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI</b>	<b>8</b>
<b>1 ACCETTAZIONE, QUALITA' ED IMPIEGO DEI MATERIALI</b>	<b>8</b>
<b>2 PROVISTA DEI MATERIALI</b>	<b>9</b>
<b>3 SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO</b>	<b>9</b>
<b>4 NORME DI RIFERIMENTO PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI</b>	<b>9</b>
<b>5 GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA</b>	<b>10</b>
5.1 REQUISITI PER L'ACCETTAZIONE	10
5.2 NORME PER GLI AGGREGATI PER LA CONFEZIONE DI CALCESTRUZZI	10
5.3 SABBIA	10
<b>6 ACQUA PER IL CONFEZIONAMENTO DI MALTE E CALCESTRUZZI</b>	<b>11</b>
<b>7 ADDITIVI PER IMPASTI CEMENTIZI</b>	<b>11</b>
7.1 GENERALITA'	11
7.2 CALCESTRUZZO	12
7.3 ADDITIVI	12
<b>8 MALTE E CALCESTRUZZI</b>	<b>13</b>
8.1 MALTE TRADIZIONALI	13
8.2 CALCESTRUZZI	14
<b>9 CEMENTO E CALCE</b>	<b>15</b>
9.1 FORNITURA	15
9.2 MARCHIO DI CONFORMITA'	15
9.3 CALCI	17
<b>10 MANUFATTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE</b>	<b>17</b>
10.1 REQUISITI D'ACCETTAZIONE	17
10.2 MANUFATTI STRADALI	17
<b>11 PRODOTTI PER LA PAVIMENTAZIONE</b>	<b>18</b>
<b>12 GEOTESSILI</b>	<b>18</b>
<b>13 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO</b>	<b>19</b>
13.1 REQUISITI PRINCIPALI	19
13.2 ACCIAI IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA	19
13.3 CARATTERISTICHE MECCANICHE E TECNOLOGICHE	19
13.4 PROVE DI ADERENZA	20
13.5 RETI ELETTRICALI	20
13.6 NORME DI RIFERIMENTO	22
<b>14 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI</b>	<b>22</b>

14.1	LAMIERA ONDULATA	22
14.2	PROFILATI E LAMIERE PER PARAPETTI, GRIGLIATI, TUBI E STRUTTURE	22
<b>15</b>	<b>MATERIALI AGRARI E VEGETALI</b>	<b>23</b>
15.1	TAPPETI ERBOSI	23
15.2	ELEMENTI VEGETALI	23
<b>PARTE 3</b>		<b>25</b>
<b>MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN GENERALE</b>		<b>25</b>
<b>1</b>	<b>NORME GENERALI</b>	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>OSSERVANZA DI LEGGI E NORME TECNICHE</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE. IMPIANTO DEL CANTIERE, ORDINE DEI LAVORI</b>	<b>27</b>
3.1	IMPIANTO DEL CANTIERE	27
3.2	VIGILANZA DEL CANTIERE	27
3.3	CAPISALDI DI LIVELLAZIONE	27
3.4	LOCALI PER UFFICI E PER LE MAESTRANZE	28
3.5	ATTREZZATURE DI PRONTO SOCCORSO	28
3.6	ORDINE DELL'ESECUZIONE DEI LAVORI	28
3.7	FORNITURA DI NOTIZIE STATISTICHE SULL'ANDAMENTO DEI LAVORI	28
3.8	CARTELLI	29
3.9	ONERI PER PRATICHE AMMINISTRATIVE	29
<b>4</b>	<b>SICUREZZA CANTIERI E PREVENZIONE INFORTUNI</b>	<b>29</b>
4.1	NORME VIGENTI	29
4.2	ACCORGIMENTI ANTIFORTUNISTICI E VIABILITA'	30
4.3	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	30
<b>5</b>	<b>DEMOLIZIONI</b>	<b>31</b>
5.1	INTERVENTI PRELIMINARI	31
5.2	IDONEITA' DELLE OPERE PROVVISORIE	31
5.3	ORDINE DELLE DEMOLIZIONI	32
5.4	ALLONTANAMENTO E/O DEPOSITO DELLE MATERIE DI RISULTA	32
5.5	PROPRIETA' DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE A SCAVO	32
<b>6</b>	<b>SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE</b>	<b>32</b>
6.1	RICOGNIZIONE	32
6.2	VIABILITA' NEI CANTIERI	33
6.3	SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO	33
6.4	SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA: POZZI, SCAVI E CUNICOLI	33
6.5	SCAVI IN PRESENZA D'ACQUA: PROSCIUGAMENTO	34
6.6	IMPIEGO DI ESPLOSIVI	34
6.7	DEPOSITO DI MATERIALI IN PROSSIMITA' DEGLI SCAVI	34
6.8	PRESENZA DI GAS NEGLI SCAVI	35
6.9	DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI	35
6.10	SISTEMAZIONE DI STRADE, ACCESSI E RIPRISTINO PASSAGGI	35

6.11	SMACCHIAMENTO DELL'AREA	36
6.12	ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE	36
6.13	PROPRIETA' DEGLI OGGETTI RITROVATI	36
<b>7</b>	<b>STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO</b>	<b>37</b>
7.1	GENERALITA' E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	37
7.2	STRUTTURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE ED ARMATO	37
7.3	RESISTENZE DEI CALCESTRUZZI	38
7.4	CONFEZIONE E TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO	39
7.5	POSA IN OPERA	40
7.6	GETTI A BASSA TEMPERATURA	42
7.7	GETTI IN ACQUA	42
7.8	CASSEFORME E DISARMO	43
7.9	ARMATURE METALLICHE	44
7.10	CONTROLLI E PROVE	45
7.11	COLLAUDO	45
<b>8</b>	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE: CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE</b>	<b>46</b>
8.1	TERMINOLOGIA RELATIVA ALLA SOVRASTRUTTURA	46
8.2	CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E CRITERI COMPOSITIVI DELLA PIATTAFORMA	48
8.3	ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLO SPAZIO STRADALE	48
8.4	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI TRAFFICO DELLE SEZIONI	50
8.5	SEZIONE STRADALE IN SEDE ARTIFICIALE	51
8.6	ALCUNE INDICAZIONI SULLA GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE	53
<b>9</b>	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO</b>	<b>54</b>
9.1	GENERALITA'	54
9.2	STRATO DI BASE CON BITUME MODIFICATO HARD	54
9.3	STRATO DI COLLEGAMENTO BINDER CON BITUME MODIFICATO HARD	58
9.4	STRATO DI USURA DRENANTE CON BITUME MODIFICATO HARD	61
9.5	ACCETTAZIONE DELLE MISCELE	64
9.6	CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE	64
9.7	PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA	65
9.8	POSA IN OPERA	68
9.9	CONTROLLI	69
<b>10</b>	<b>STRATI DI FONDAZIONE</b>	<b>73</b>
10.1	STRATO DI MISTO CEMENTATO	73
10.2	STRATO DI MISTO GRANULARE STABILIZZATO	76
<b>11</b>	<b>OPERE D'ARTE</b>	<b>79</b>
11.1	CADITOIE STRADALI	79
11.2	GRIGLIE E CANALETTE GRIGLIATE	83
11.3	POZZETTI PREFABBRICATI	83
11.4	COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE	84

11.5	TUBAZIONI, POZZETTI E CHIUSINI	84
11.6	CORDONATURE PREFABBRICATE	85
<b>12</b>	<b>BARRIERE STRADALI</b>	<b>85</b>
12.1	BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO	85
12.2	BARRIERE DI SICUREZZA IN CALCESTRUZZO	92
<b>13</b>	<b>OPERE IN FERRO O ALTRO METALLO</b>	<b>93</b>
<b>14</b>	<b>MARCIAPIEDI E CIGLI</b>	<b>94</b>
<b>15</b>	<b>OPERE DI SISTEMAZIONE A VERDE</b>	<b>94</b>
<b>16</b>	<b>SEGNALETICA VERTICALE</b>	<b>95</b>
16.1	GENERALITA'	95
16.2	CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONI PER LE PELLICOLE RINFRANGENTI	95
16.3	PELLICOLA DI CLASSE 1	96
16.4	PELLICOLA DI CLASSE 2	96
16.5	PELLICOLA DI CLASSE 2 MICROPRISMATICA AD ALTISSIMA RISPOSTA LUMINOSA	97
16.6	CERTIFICAZIONI	97
16.7	CARATTERISTICHE TECNICHE	98
16.8	CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	102
16.9	MARCHIATURA ED INFORMAZIONI DI PRODOTTO	103
16.10	DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'	103
16.11	IDENTIFICAZIONE DEL PRODOTTO	104
<b>17</b>	<b>SEGNALETICA ORIZZONTALE IN VERNICE</b>	<b>104</b>
17.1	GENERALITA'	104
17.2	PROVE ED ACCERTAMENTI	104
17.3	CARATTERISTICHE DELLE VERNICI	105
17.4	SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA	107
<b>18</b>	<b>SOTTOSERVIZI</b>	<b>107</b>
<b>19</b>	<b>IMPIANTO ELETTRICO</b>	<b>108</b>
19.1	CORPI ILLUMINANTI	109
19.2	PALI	110
<b>PARTE 4</b>		<b>111</b>
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI</b>		<b>111</b>
<b>1</b>	<b>NORME GENERALI</b>	<b>111</b>



## **PARTE 1**

### **PREMESSA**

Il presente documento si inserisce nell'ambito della progettazione definitiva dei lavori di miglioramento del collegamento tra la S.S. 16 "Adriatica" e la S.S. 309 dir "Romeva", i quali hanno lo scopo di migliorare il livello di servizio dell'infrastruttura esistente, le condizioni di sicurezza e il comfort degli utenti.

In questo documento verranno stabilite le normative, gli standard da osservare, le prescrizioni che dovranno essere attese, i requisiti tecnici richiesti, le specifiche e modalità d'impiego dei materiali per la realizzazione delle opere civili dell'allargamento della piattaforma stradale della S.S. 16.

Le normative prese a riferimento vengono richiamate all'interno dei singoli capitoli, mentre le modalità esecutive, le prescrizioni ed i requisiti tecnici vengono dettagliati nei singoli articoli costituenti i capitoli.

## PARTE 2

### QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

#### 1 ACCETTAZIONE, QUALITA' ED IMPIEGO DEI MATERIALI

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del disciplinare ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazione, si procederà ai sensi del 'Codice dei contratti pubblici' 50/2016.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

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

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

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal disciplinare, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale. La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal disciplinare ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

## **2 PROVISTA DEI MATERIALI**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo da cui prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, nel caso in cui per contratto le espropriazioni siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

## **3 SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriberne uno diverso, per ragioni di necessità o convenienza. Nel caso il cambiamento comportasse una differenza del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi dell'articolo 106 del decreto legislativo n. 50/2016.

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

## **4 NORME DI RIFERIMENTO PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente elaborato. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicano le prescrizioni descritte nel presente disciplinare. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal disciplinare o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

## 5 GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA

### 5.1 REQUISITI PER L'ACCETTAZIONE

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, distinto da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie polverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

### 5.2 NORME PER GLI AGGREGATI PER LA CONFEZIONE DI CALCESTRUZZI

- UNI 8520-1: Definizione, classificazione e caratteristiche;
- UNI 8520-2: Requisiti;
- UNI EN 1097-6: Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 6: Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua;
- UNI EN 1367-1: Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 1: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo;
- UNI 8520-21: Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
- UNI 8520-22: Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.

Per gli aggregati leggeri si rimanda alla UNI EN 13055-1.

Per le prove per le proprietà termiche e chimiche sugli aggregati si rimanda alle:

- UNI EN 1367-2: Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 2: Prova al solfato di magnesio;
- UNI EN 1367-4: Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 4: Determinazione del ritiro per essiccamento;
- UNI EN 1744-1: Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 1: Analisi chimica.

### 5.3 SABBIA

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque

dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

	Trattenuto dal
Sabbia	Setaccio 0,075 UNI 2332

*Tabella 1: Pezzature normali*

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal D.LGS. 13/12/2010 n. 92.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, si veda UNI 2334 e non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

## **6 ACQUA PER IL CONFEZIONAMENTO DI MALTE E CALCESTRUZZI**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (precisamente solfati e cloruri) in percentuali dannose, di materie terrose e non essere aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

## **7 ADDITIVI PER IMPASTI CEMENTIZI**

### **7.1 GENERALITA'**

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

## 7.2 CALCESTRUZZO

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato devono rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 (NTC) e relative circolari esplicative, in particolare l'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi devono possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

## 7.3 ADDITIVI

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri. Tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso, esso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo le norme previste dal D.M. 17 gennaio 2018 (NTC) e norme UNI vigenti;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 17 gennaio 2018 (NTC) e norme UNI;
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza ed in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso, esso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla seguente norma UNI 7123.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal D.M. 17 gennaio 2018 (NTC).

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra 0,2 e 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, con riferimento alle norme - UNI EN 12350-5, UNI 7122 e al D.M. 17 gennaio 2018 (NTC).

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 0,005 e 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, con riferimento alle norme: UNI EN 12350-7, UNI 7087, UNI 7122 e al D.M. 17 gennaio 2018 (NTC).

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura del calcestruzzo e non prima di 28 giorni.

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 7 e 10% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme: UNI 8146, UNI 8147, UNI 8148, UNI 7123.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 (NTC).

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura del calcestruzzo e non prima di 28 giorni.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla seguente norma UNI EN 934.

## **8 MALTE E CALCESTRUZZI**

### **8.1 MALTE TRADIZIONALI**

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti

previsti dalle vigenti norme (R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972).

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Qualora il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati, il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella:

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M4	Bastarda	1	-	2	9	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	-
M2	Cementizia	2	-	1	8	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

Tabella 2: Classe e tipi di malta (NTC 2018)

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m <sup>3</sup> di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5	142-1.300
	1: 4,5	110-1.300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1.300
	1:4	200-1.300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330-1.300
	1:4	250-1.300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1.300
	2:1:9	110-130-1.300
Cemento, sabbia	1:3	400-1.300
	1:4	300-1.300

Tabella 3: Rapporti di miscela delle malte (AITEC)

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

## 8.2 CALCESTRUZZI

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere



adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

## 9 CEMENTO E CALCE

### 9.1 FORNITURA

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi devono essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

### 9.2 MARCHIO DI CONFORMITA'

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )		Tempo inizio presa (Min)	Espansione (Mm)	
	Resistenza iniziale				Resistenza normalizzata 28 giorni
	2 giorni	7giorni			
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	
32,5 R	> 10	-			
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5	
4,25 R	> 20	-			
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	
52,5 R	> 30	-			

Tabella 4: Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12/07/1999 n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I - CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I - CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I	32,5	≤ 3,5%
		CEM II (2)	32,5 R 42,5	
		CEM IV	42,5 R	≤ 4,0%
		CEM V	52,5 52,5 R	
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa  
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza  
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.  
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 5: Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12/07/1999 n. 314)

Proprietà		Valori limite Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I	4,0			4,5		
	Tipo II <sup>(1)</sup>						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
	Tipo III/B	5,0					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore <sup>(2)</sup>		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza  
(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

Tabella 6: Valori limite dei cementi (D.M. 12/07/1999 n. 314)

### 9.3 CALCI

Le calci impiegate devono avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante norme per l'accettazione delle calci.

## 10 MANUFATTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE

### 10.1 REQUISITI D'ACCETTAZIONE

I prodotti devono rispondere a quanto segue:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
  - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI EN 13755;
  - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI EN 13755;
  - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI EN 1926;
  - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI EN 12372;
  - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.
- per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente disciplinare ed alle prescrizioni di progetto.

### 10.2 MANUFATTI STRADALI

Per l'accettazione dei manufatti stradali si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN 14146: Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta;
- UNI EN 14146: Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione del modulo di elasticità dinamico (tramite misurazione della frequenza fondamentale di risonanza);
- UNI EN 12372: Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato;
- UNI EN 1926: Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a compressione uniassiale;
- UNI EN 13755: Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;

- UNI EN 12407: Metodi di prova per pietre naturali - Esame petrografico.

## 11 PRODOTTI PER LA PAVIMENTAZIONE

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle pavimentazioni.

## 12 GEOTESSILI

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione).  
Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Sono caratterizzati da:

- filamento continuo (o da fiocco);
- trattamento legante meccanico (o chimico o termico).

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli s'intendono forniti rispondenti alle seguenti norme:

- Geotessili:
  - UNI EN ISO 13433: Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono);
  - UNI EN ISO 9863-2: Geotessili e prodotti affini – Determinazione dello spessore a pressioni stabilite – Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;
  - UNI EN ISO 10319: Geosintetici - Prova di trazione a banda larga;
  - UNI EN ISO 10321: Geosintetici - Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture;
  - UNI EN 12447: Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza all'idrolisi in acqua;
  - UNI ENV 12224: Geotessili e prodotti affini – Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;
  - UNI EN 12225: Geotessili e prodotti affini - Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento;
  - UNI EN 12226: Geosintetici - Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;

- UNI EN ISO 12236: Geosintetici - Prova di punzonamento statico (metodo CBR);
- UNI ENV ISO 13438: Geotessili e prodotti affini – Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.
- Nontessuti:
  - UNI 8279-1: Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento;
  - UNI 8279-3: Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria;
  - UNI 8279-4: Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab);
  - UNI EN ISO 9073-6: Tessili - Metodi di prova per nontessuti - Parte 6: Assorbimento;
  - UNI 8279-11: Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera;
  - UNI 8279-12: Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo;
  - UNI 8279-13: Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua;
  - UNI 8279-14: Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione);
  - UNI 8279-16: Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia);
  - UNI EN 29073-1: Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica;
  - UNI EN 29073-3: Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento;
  - UNI EN ISO 9092: Tessili - Non tessuto – Definizioni.

## **13 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

### **13.1 REQUISITI PRINCIPALI**

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

### **13.2 ACCIAI IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata si differenziano dalle barre lisce per la particolarità di forma atta ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro  $\varnothing$  della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/d m}^3$ .

Dal D.M. 17 gennaio 2018 (NTC) le barre ad aderenza migliorata devono avere acciaio B450C.

### **13.3 CARATTERISTICHE MECCANICHE E TECNOLOGICHE**

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata devono possedere le caratteristiche indicate nel seguente prospetto, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto

indicato nel D.M. 17 gennaio 2018 (NTC).

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Tipo di acciaio		B450C	Frattile [%]	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\geq 450$	5	
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\geq 540$	5	
	$(f_t / f_y)_k$	$\geq 1,25$	10	
	$(f_t / f_{ynom})_k$	$< 1,35$	10	
Allungamento A	%	$\geq 7,5$	10	
Per barre ad aderenza migliorata aventi diametro	fino a 12 mm	Piegamento a $90^\circ$ su mandrino avente diametro D	4 $\emptyset$	-
	oltre 12 mm fino a 16 mm	Piegamento e raddrizzamento su mandrino avente diametro D	5 $\emptyset$	-
	oltre 16 mm fino a 25 mm		8 $\emptyset$	-
	oltre 25 mm fino a 40 mm		10 $\emptyset$	-
Il diametro $\emptyset$ è quello della barra tonda liscia equipesante.				

*Tabella 7: Caratteristiche meccaniche degli acciai in barre ad aderenza migliorata*

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche si applica la norma UNI EN ISO 15630-1: 2010.

I limiti precedentemente definiti saranno controllati nello stabilimento di produzione e si riferiranno agli stessi campioni di cui alle prove di qualificazione (D.M. 17 gennaio 2018 NTC).

In tali limiti  $f_y$  rappresenta il singolo valore di snervamento,  $f_{yk}$  il valore nominale di riferimento ed  $f_t$  il singolo valore della tensione di rottura.

#### 13.4 PROVE DI ADERENZA

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo «*Beam-test*» conformemente a quanto previsto nel D.M. 17 gennaio 2018 (NTC) con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

#### 13.5 RETI ELETTROSALDATE

Le reti devono avere fili elementari di acciaio B450A di diametro  $\emptyset$  compreso tra 5 e 10 mm e devono rispondere alle caratteristiche riportate nel seguente prospetto:

Tipo di acciaio		B450A	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 450	5
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 540	5
	$(f_t / f_y)_k$	≥ 1,05	10
	$(f_t / f_{ynom})_k$	< 1,25	10
Allungamento A	%	≥ 2,5	10
Per barre ad aderenza migliorata aventi diametro	fino a 10 mm	Piegamento a 90° su mandrino avente diametro D	4 Ø
Il diametro Ø è quello della barra tonda liscia equipesante.			

Tabella 8: Caratteristiche meccaniche di reti di acciaio elettrosaldate

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.

Il trattamento termico non si applica per la determinazione delle proprietà meccaniche di reti di acciaio elettrosaldato.

Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione.

La distanza assiale tra i fili elementari non deve superare 35 cm.

Diametro Ø mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m <sup>2</sup>									
		Interasse tondini in mm									
		50	75	100	125	150	200	250	300	350	
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28	
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44	
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63	
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86	
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13	
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43	
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76	
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13	
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54	

Tabella 9: Peso delle reti elettrosaldate

Diametro Ø mm	Sezione barra cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> per metro									
		Barre portanti					Barre trasversali				
		50	75	100	125	150	200	250	300	350	
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36	
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56	

6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

Tabella 10: Sezioni delle reti elettrosaldate

### 13.6 NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN ISO 3766: Disegni di costruzione - Rappresentazione semplificata delle armature del calcestruzzo;
- UNI 10622: Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo;
- UNI EN 10080: Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità;
- UNI EN ISO 15630-2: Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 2: Reti saldate;
- UNI ISO 3766: Disegni di costruzione - Rappresentazione semplificata delle armature del calcestruzzo;
- UNI EN ISO 15630-2: Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 2: Reti saldate.

## 14 MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da soffiature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le norme di accettazione e di resistenza in vigore e dovranno essere altresì rispettati i requisiti di cui ai punti seguenti.

### 14.1 LAMIERA ONDULATA

La lamiera ondulata per i manufatti tubolari metallici e per le barriere guardrail sarà in acciaio laminato a caldo avente tensione di rottura a trazione non inferiore a 34 kg/mm<sup>2</sup>, protetta su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo il taglio e la piegatura dell'elemento.

Lo zinco sarà presente, sulla superficie sviluppata di ogni faccia, in misura non inferiore a 300 gr/m<sup>2</sup>.

Gli elementi finiti dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non coperte dalla zincatura. Tutti i pezzi speciali, organi di giunzione, rivetti ecc. dovranno essere opportunamente zincati.

### 14.2 PROFILATI E LAMIERE PER PARAPETTI, GRIGLIATI, TUBI E STRUTTURE

Quando richiesto dalla specifica voce di elenco prezzi, dovranno essere in acciaio inossidabile conforme alla classificazione AISI indicata in E.P o sugli elaborati progettuali o, eventualmente, dalla Direzione Lavori.



Il Direttore dei Lavori potrà richiedere per gli acciai inossidabili certificazioni riguardante le prove definite dalle seguenti norme: UNI 3666, UNI 4008, UNI 4009, UNI 4261, UNI 4262, UNI EN ISO 8565, UNI EN ISO 9227, UNI 6375-1+A167, UNI EN ISO 3651-2 e UNI EN ISO 3651-1.

Ad ogni modo per tutti i materiali ferrosi l'Impresa è sempre tenuta a presentare alla Direzione Lavori i certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio su richiesta della Direzione Lavori, e secondo quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018 (NTC).

Sarà peraltro sempre in facoltà della Direzione Lavori compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertare le qualità del medesimo.

Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste e il materiale presenti evidenti difetti, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio potrà rifiutare in tutto o in parte la partita fornita.

## **15 MATERIALI AGRARI E VEGETALI**

### **15.1 TAPPETI ERBOSI**

I tappeti erbosi in strisce e zolle, dovranno essere costituiti con le specie richieste ed indicate negli elaborati di progetto (cotica naturale, miscuglio di graminacee, leguminose, prato monospecifico). Prima di procedere alla fornitura l'impresa dovrà sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori. Il materiale per la cotica naturale dovrà essere prelevato nei siti opportunamente approvati dalla Direzione del Lavori. Le zolle erbose verranno fornite in forme regolari rettangolari o quadrate, o a strisce con due/quattro centimetri di spessore. Le strisce dovranno essere consegnate arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet. Tutto il materiale dovrà essere sano, privo di fermentazioni, ben protetto e non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

### **15.2 ELEMENTI VEGETALI**

Tutte le piante occorrenti per l'esecuzione del lavoro dovranno provenire da aziende autorizzate ai sensi delle Leggi n. 987 del 18.06.1931 e n. 269 del 22.05.1973 e successive modificazioni ed integrazioni, dovranno corrispondere alla tipologia indicata nell'elenco prezzi o nei disegni di progetto, essere esenti da malattie, da funghi, da ferite di qualsiasi natura, e da malformazioni. La conformazione del fusto, della chioma e più in generale l'intera silhouette dovranno corrispondere alla forma tipica di quella determinata specie e varietà e dell'età al momento della messa a dimora. L'apparato radicale dovrà essere accestito e ricco di piccole ramificazioni di radici fresche e sane. Per le entità arboree l'apparato radicale dovrà essere privo di tagli aventi diametro superiore a un centimetro. Le zolle delle piante con il terreno dovranno essere ben aderenti alle radici, essere prive di crepe o presentare evidenti ristagni d'acqua, inoltre devono essere ben imballate con involucri degradabili (juta, paglia, rete di ferro non zincato, ecc.) o in vasi di adeguato diametro muniti nel fondo di dreni. Le piante dovranno essere munite di etichetta a mezzo di car-

tellini in materiale resistente agli agenti atmosferici, in cui è riportata in modo leggibile, indelebile e tecnicamente corretto la denominazione botanica (genere, specie, varietà, cultivar ecc.) del gruppo di cui si riferiscono.

## **PARTE 3**

### **MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN GENERALE**

#### **1 NORME GENERALI**

Per norma generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore designato dovrà attenersi alle migliori regole d'arte, nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori. Per tutte quelle categorie di lavori, per le quali non si trovino, nel presente disciplinare prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo.

#### **2 OSSERVANZA DI LEGGI E NORME TECNICHE**

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente disciplinare e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni ed i regolamenti appresso richiamati:

- Legge 20 marzo 1865, n. 2248: Legge sui lavori pubblici (Allegato F);
- C.M. 27 settembre 1957, n. 1236: Chiusini da impiegare nei lavori stradali;
- C.M. 7 gennaio 1974, n. 11633: Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- D.M. 12 dicembre 1985, n. 27291: Norme tecniche relative alle tubazioni;
- C.M. 20 marzo 1986, n. 27291 – D.M. 12 dicembre 1985: Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
- C.ANAS 18 giugno 1986, n. 43: Applicazione di strati superficiali per l'irruvidimento e l'impermeabilizzazione delle pavimentazioni stradali;
- Legge 28 giugno 1991, n. 208: Interventi per la realizzazione di itinerari ciclabili e pedonali nelle aree urbane;
- D.M. 18 febbraio 1992, n. 223: Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495: Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada
- Legge 5 gennaio 1994, n. 36: Disposizioni in materia di risorse idriche;
- C.M. 9 giugno 1995, n. 2595: Barriere stradali di sicurezza;
- D.P.C.M. 4 marzo 1996: Disposizioni in materia di risorse idriche;
- C.M. 16 maggio 1996, n. 2357: Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- Circolare 15 ottobre 1996, n. 4622: Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza.
- D.M. 3 giugno 1998: Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le

prove ai fini dell'omologazione;

- C.M. 17 giugno 1998, n. 3652: Circolare n. 2357 del 16 maggio 1996 e successivi aggiornamenti. Certificazione di conformità dei prodotti relativi alla segnaletica stradale verticale, complementare e per i passaggi a livello;
- Dir.P.C.M. 3 marzo 1999: Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici;
- D.M. 11 giugno 1999: Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;
- C.M. 6 aprile 2000: Integrazione e aggiornamento della circolare 15 ottobre 1996 di individuazione degli Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza;
- D.M. 19 aprile 2000, n. 145: Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della Legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;
- D.M. 11 luglio 2000. Integrazione e rettifica del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali;
- Direttiva 24 ottobre 2000: Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione;
- C.M. 7 maggio 2001, n. 161/318/10: Norme tecniche per la fabbricazione di tubi destinati alla costruzione di condotte per l'acqua - D.M. 12 dicembre 1985 - Chiarimenti;
- Det. 24 maggio 2001, n. 13/2001: Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza).
- C.M. 8 giugno 2001, n. 3698: Circolare sulle linee guida per la redazione dei piani urbani della sicurezza stradale;
- C.M. 8 giugno 2001, n. 3699: Circolare sulle linee guida per la redazione dei piani urbani della sicurezza stradale;
- D.M. 2 agosto 2001: Proroga dei termini previsti dall'articolo 3 dal D.M. 11 giugno 1999 inerente le barriere di sicurezza stradale;
- D.M. 5 novembre 2001: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- D.L. 20 giugno 2002, n. 121: Disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale;
- Legge 1 agosto 2002, n. 168: Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti;
- D.M. 6 aprile 2004, n. 174: Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale;
- D.M. 19 aprile 2006: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;

- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81: Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro;
- D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106: Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.L. 13 maggio 2011, n. 70: Prime disposizioni urgenti per l'economia;
- D.M. 12 dicembre 2011: Misure di sicurezza temporanee da applicare a tratti interessati da lavori stradali ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo n. 35/2011;
- D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50: Codice dei contratti pubblici;
- D.L. 24 aprile 2017, n. 50: Nuovo Codice della Strada;
- D.M. 17 gennaio 2018, n. 17: Norme tecniche per le costruzioni.

### **3 ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE. IMPIANTO DEL CANTIERE, ORDINE DEI LAVORI**

#### **3.1 IMPIANTO DEL CANTIERE**

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 15 (quindici) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

#### **3.2 VIGILANZA DEL CANTIERE**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, dell'amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982, n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

In caso di inosservanza si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo provvisorio, salvo l'anticipata consegna delle opere all'amministrazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri sempre che l'appaltatore non richieda ed ottenga di essere sciolto dal contratto.

#### **3.3 CAPISALDI DI LIVELLAZIONE**

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nella esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere

segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore sarà responsabile della conservazione di capisaldi, che non potrà rimuovere senza preventiva autorizzazione.

### 3.4 LOCALI PER UFFICI E PER LE MAESTRANZE

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza ed al lavoro di ufficio della direzione dei lavori. Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e anti-intrusione, climatizzato nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc.). I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali e strutture di servizio per gli operai, quali tettoie, ricoveri, spogliatoi prefabbricati o meno, e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato; le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.

### 3.5 ATTREZZATURE DI PRONTO SOCCORSO

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'approntamento di locali adatti ed attrezzi per pronto soccorso ed infermeria, dotati di tutti i medicinali, gli apparecchi e gli accessori normalmente occorrenti, con particolare riguardo a quelli necessari nei casi di infortunio.

### 3.6 ORDINE DELL'ESECUZIONE DEI LAVORI

In linea generale l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'amministrazione appaltante. Questa si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

### 3.7 FORNITURA DI NOTIZIE STATISTICHE SULL'ANDAMENTO DEI LAVORI

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito:

- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascun giorno della quindicina, con le relative ore lavorative;

- genere di lavoro eseguito nella quindicina di giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

### 3.8 CARTELLI

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro 5 giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di mt 1,00 x 2,00 riceveranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche ed integrazioni necessarie per adattarlo ai casi specifici.

Nello spazio per aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi.

Tanto i cartelli che le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica agli agenti atmosferici e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori.

### 3.9 ONERI PER PRATICHE AMMINISTRATIVE

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, trasporti speciali nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc. In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

## 4 SICUREZZA CANTIERI E PREVENZIONE INFORTUNI

### 4.1 NORME VIGENTI

Nell'esecuzione dei lavori, anche se non espressamente richiamate, devono essere osservate le disposizioni delle seguenti norme:

- D.Lg. 19 novembre 1999, n. 528: Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili;
- Legge 7 novembre 2000, n. 327 e aggiornamenti: Valutazione dei costi del lavoro e della sicurezza nelle gare di appalto;
- D.P.R. 3 luglio 2003, n. 222 e aggiornamenti: Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'art. 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109;
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81: Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106: Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano

operativo e le indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

#### 4.2 ACCORGIMENTI ANTIFORTUNISTICI E VIABILITA'

L'appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli. L'efficienza delle armature dovrà essere verificata giornalmente. Per entrare ed uscire dalla fossa, si devono utilizzare apposite scale a pioli solidamente disposte, facendosi assoluto divieto di utilizzare gli sbatocchi.

L'appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere devono essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a 80 cm dalle relative sedi.

In corrispondenza dei punti di passaggio dei veicoli e degli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e – quando siano destinati al solo passaggio di pedoni – di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità. La costruzione, il noleggio e il disfacimento di tali passaggi provvisori e delle loro pertinenze saranno compensati con gli appositi prezzi d'elenco.

#### 4.3 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Per i dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme:

- UNI EN ISO 13688: Indumenti di protezione - Requisiti generali;
- UNI EN 341: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa per salvataggio;
- UNI EN 352-1: Protettori dell'udito - Requisiti generali - Parte 1: Cuffie;
- UNI EN 353-1: Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi anticaduta di tipo guidato comprendenti una linea di ancoraggio - Parte 1: Dispositivi anticaduta di tipo guidato comprendenti una linea di ancoraggio rigida;
- UNI EN 353-2: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Dispositivi anticaduta di tipo guidato comprendenti una linea di ancoraggio flessibile;
- UNI EN 354: Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute – Cordini;
- UNI EN 355: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Assorbitori di energia;
- UNI EN 358: Dispositivi di protezione individuale per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto - Cinture di posizionamento sul lavoro e di trattenuta e cordini di posizionamento sul lavoro;
- UNI EN 360: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Dispositivi anticaduta di tipo retrattile;



- UNI EN 361: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Imbracature per il corpo;
- UNI EN 362: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Connettori;
- UNI EN 363: Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Sistemi individuali per la protezione contro le cadute;
- UNI EN 364: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova;
- UNI EN 365: Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto - Requisiti generali per le istruzioni per l'uso, la manutenzione, l'ispezione periodica, la riparazione, la marcatura e l'imballaggio;
- UNI EN ISO 9151: Indumenti di protezione contro il calore e le fiamme - Determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.

## **5 DEMOLIZIONI**

### **5.1 INTERVENTI PRELIMINARI**

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.Lgs. 25 luglio 2006 recante «Attuazione della direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro».

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- 1 materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- 2 rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- 3 una miscelanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

### **5.2 IDONEITA' DELLE OPERE PROVVISORIALI**

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare quelli non ritenuti più idonei.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisorie impiegati dall'appaltatore.

### 5.3 ORDINE DELLE DEMOLIZIONI

I lavori di demolizione, come stabilito dal D.L. 3 agosto 2009 n. 106, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso, ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle di eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli Ispettori del lavoro.

### 5.4 ALLONTANAMENTO E/O DEPOSITO DELLE MATERIE DI RISULTA

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica del comune in cui si eseguono i lavori o altra discarica autorizzata, ovvero su aree preventivamente acquisite dal comune ed autorizzate dal comune; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

### 5.5 PROPRIETA' DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE A SCAVO

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante; quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora in particolare i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente disciplinare, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli; in tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

## 6 SCAVI E SBANCAMENTI IN GENERALE

### 6.1 RICOGNIZIONE

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

## 6.2 VIABILITA' NEI CANTIERI

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

## 6.3 SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni del D.L. 3 agosto 2009, n. 106, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, si deve provvedere all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

## 6.4 SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA: POZZI, SCAVI E CUNICOLI

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni del D.L. 3 agosto 2009, n. 106, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi. Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo ed all'asportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

#### 6.5 SCAVI IN PRESENZA D'ACQUA: PROSCIUGAMENTO

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe, sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

#### 6.6 IMPIEGO DI ESPLOSIVI

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### 6.7 DEPOSITO DI MATERIALI IN PROSSIMITA' DEGLI SCAVI

È vietato, secondo le prescrizioni del D.L. 3 agosto 2009, n. 106, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

#### 6.8 PRESENZA DI GAS NEGLI SCAVI

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce il D.L. 3 agosto 2009, n. 106, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempre che sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

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

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

#### 6.9 DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle opere, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### 6.10 SISTEMAZIONE DI STRADE, ACCESSI E RIPRISTINO PASSAGGI

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, se necessario, di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo

altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere su accennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte che si rendessero necessari.

#### 6.11 SMACCHIAMENTO DELL'AREA

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

#### 6.12 ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

#### 6.13 PROPRIETA' DEGLI OGGETTI RITROVATI

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formano o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formano oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

## **7 STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO**

### **7.1 GENERALITA' E NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le prescrizioni indicate in tutto il presente articolo valgono, in quanto estendibili, per tutte le opere, e le loro parti, assimilabili a quelle descritte nei singoli suoi paragrafi, anche se più direttamente trattate in altro paragrafo o capitolo. Esse dovranno essere integrate con le norme vigenti in materia, e non in contrasto con questo stesso disciplinare, in particolare con quelle sotto elencate e le loro eventuali nuove edizioni o stesure, con prevalenza, in caso di contrasto, per quelle aventi valore di legge o quelle più recenti:

- Circolare Ministeriale Lavori Pubblici 17 Febbraio 1954, n.532. Norme per l'accettazione di pietrischi, dei pietrischetti, delle granaglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali.
- Legge 26 Maggio 1965, n. 595. Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici.
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086: Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, nonché le relative norme tecniche emanate dal Ministero per i Lavori Pubblici come disposto dall'art. 21 della summenzionata legge.
- Legge 2 Febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- UNI EN 12350-1: Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento;
- UNI EN 12390-1: Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme;
- UNI EN 12390-2: Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza;
- UNI EN 12390-3: Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini;
- UNI EN 12390-5: Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 5: Resistenza a flessione dei provini;
- UNI EN 206: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- D. MIN. LL.PP. 14/02/1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.M. 17 gennaio 2018: Norme tecniche per le costruzioni.

### **7.2 STRUTTURE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE ED ARMATO**

Le opere di cemento armato normale, saranno eseguite in base ai disegni che compongono il progetto ed alle norme che verranno impartite.

Il concessionario provvederà a fornire all'Impresa il progetto strutturale comprendente i calcoli statici delle opere d'arte incluse nell'appalto.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare a sua cura e spese, in tempo utile, prima dell'inizio dei getti di

ciascuna opera, all'esame della D.L.:

- 1 i campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- 2 lo studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
- 3 il tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua - cemento, nonché il tipo ed il dosaggio degli additivi che intende eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi strutturali;
- 4 il tipo di impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- 5 i risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

In ogni tavola dei disegni esecutivi strutturali, dovranno essere indicate le caratteristiche dei materiali impiegati, in particolare: classe di resistenza del calcestruzzo e tipo di acciaio; in quelli relativi ai solai dovrà inoltre essere riportata per esteso l'analisi dei carichi che comprenderà oltre ai carichi permanenti anche i carichi accidentali.

### 7.3 RESISTENZE DEI CALCESTRUZZI

I prelievi saranno effettuati in conformità alle norme tecniche vigenti, in relazione alla determinazione prescelta della resistenza caratteristica, in contraddittorio con l'Appaltatore, separatamente per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti.

Di tali operazioni eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Appaltatore, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Appaltatore in locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Tutti i campioni verranno prelevati in duplice esemplare.

Con i provini della prima serie verranno effettuate prove preliminari atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione dei Lavori. I valori della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni dalla maturazione, ricavati da questa prima serie di prove, saranno presi a base per un primo controllo della resistenza e per la contabilizzazione delle opere in partita provvisoria. I provini della seconda serie saranno inviati, nel numero prescritto dalle vigenti norme di legge, ai laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ed i risultati ottenuti saranno presi a base per la contabilizzazione delle opere in partita definitiva.

Tutti gli oneri relativi alle due serie di prove di cui sopra, compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Appaltatore.

Nel caso che la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione, ricavata dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove



della seconda serie di prelievi, eseguite presso Laboratori ufficiali. Di tale sospensione l'Appaltatore non potrà accampare alcun diritto o a richiedere alcun indennizzo di sorta.

Qualora anche dalle prove eseguite presso i Laboratori ufficiali risultasse un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore potrà eventualmente presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione dei Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato con il prezzo della classe alla quale risulterà appartenere la relativa resistenza.

Nel caso che tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di provvedimenti che, proposti dallo stesso, o in difetto di questo indicati dalla Direzione dei Lavori consentono di utilizzare con sicurezza l'opera. Tali provvedimenti per diventare operativi, dovranno in ogni caso essere approvati dal concessionario.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se la resistenza caratteristica risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici approvati dalla Direzione dei Lavori.

Una volta stabilita la curva granulometrica degli inerti, ed i dosaggi del cemento e dell'acqua, i conglomerati confezionati dovranno presentare al 28° giorno di stagionatura la resistenze caratteristiche indicate nella tabella seguente.

<b>Classe del cls</b>	<b>Tipo cemento</b>	<b>Dosaggio indicativo cemento [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Resistenza minima a compressione [kg/cm<sup>2</sup>]</b>
100	325	200	100
150	325	250	150
200	325	300	200
250	425	300	250
300	425	300 ÷ 350	300
400	425	350 ÷ 400	400
500	425	400 ÷ 450	500

*Tabella 11: Resistenza minima di compressione delle varie classi di calcestruzzo*

#### 7.4 CONFEZIONE E TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO

Il dosaggio e la confezione del conglomerato cementizio avverrà con centrali meccanizzate.

Gli strumenti destinati al dosaggio dei diversi componenti delle miscele e formanti parti integranti delle centrali di betonaggio dovranno corrispondere alle norme di cui al D.M. 5 settembre 1969 pubblicati sulla G.U. del 27 settembre seguenti.

In particolare la centrale deve essere dotata di bilance separate di portata appropriata per il dosaggio del cemento e degli inerti.

Il dosaggio del cemento deve essere effettuato con precisione del 2%.

Il dosaggio degli inerti deve essere realizzato con la precisione del 3% del loro peso complessivo. Il sistema di carico delle bilance deve essere tale da permettere con sicurezza, regolazione ed arresto completo del flusso del materiale in arrivo.

Le bilance devono essere tarate all'inizio del lavoro e poi almeno una volta all'anno.

Il dosaggio effettivo dell'acqua deve essere realizzato con la previsione del 2%. Nello stabilire la quantità d'acqua di impasto si deve tenere conto dell'umidità degli inerti.

In nessun caso potrà essere variato il rapporto acqua cemento pre-calcolato; l'eventuale variazione dei quantitativi di acqua e di cemento, allo scopo di aumentare la lavorabilità della miscela, dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori in relazione anche all'aumento del fenomeno di ritiro.

Potranno esser usati additivi previo consenso della Direzione dei Lavori, a cura e spese dell'Appaltatore che non avrà diritto ad indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo salvo che non ne sia espressamente previsto l'impiego per particolari esigenze indicate in progetto.

Il trasporto del conglomerato a piè d'opera avverrà con mezzi atti ad evitare la separazione per gravità dei singoli elementi costituenti l'impasto.

Le tramogge delle bilance del cemento devono essere protette dagli agenti atmosferici per evitarne le incrostazioni di legante con conseguenti variazioni della tara.

Il tempo di miscelazione nella mescolatrice fissa non deve essere inferiore ad un minuto calcolato alla fine del carico di tutti i componenti.

Le mescolatrici fisse devono essere dotate di dispositivi che permettano il controllo del tempo di impasto o del numero di giri compiuti dal contenitore, e da un dispositivo che permetta il rilevamento della potenza assorbita dal motore con conseguente riferimento alla consistenza dell'impasto. Esse dovranno essere conservate prive di incrostazioni apprezzabili. L'usura massima tollerabile per le pale è del 10%, in altezza di lama, misurata nel punto di maggior diametro del tamburo.

La Direzione dei Lavori potrà consentire, per getti di piccolo volume, che la mescolazione del conglomerato venga effettuata con betoniere non centralizzate ovvero con autobetoniere, purché venga garantita la costanza del proporzionamento dell'impasto.

Nel caso di impiego di autobetoniere la durata della mescolazione deve corrispondere a 50 giri del contenitore, alla velocità di mescolazione dichiarata dalla casa costruttrice. Tale mescolazione va effettuata direttamente in centrale, prima di iniziare il trasporto. Le autobetoniere devono essere dotate di un dispositivo di misura del volume d'acqua, eventualmente aggiunto, con la precisione del 5% e di un dispositivo che rilevi la coppia di rotazione del tamburo.

In ogni caso l'impasto deve risultare omogeneo e lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o alla superficie dei manufatti).

## 7.5 POSA IN OPERA

I getti possono essere iniziati solo dopo che la Direzione dei Lavori abbia verificato gli scavi, le casseforme e le armature metalliche e prestabilite le posizioni e le norme per l'esecuzione delle riprese di getto.

La messa in opera del conglomerato deve avvenire in maniera tale che il calcestruzzo conservi la sua uniformità, evitando la segregazione dei componenti, curando che non vi vengano inclusi strati di polvere o rifiuti di qualsiasi natura e che il calcestruzzo non venga a contatto con elementi capaci di assorbire acqua senza che questi siano stati adeguatamente bagnati dal getto. E' essenziale poi che il getto sia costipato in misura tale che si realizzi la compattezza del calcestruzzo, il riempimento dei casseri e l'avvolgimento delle armature metalliche.

Il calcestruzzo deve essere messo in opera nel più breve tempo possibile dopo la sua confezione e, in ogni caso, prima dell'inizio della presa, stendendolo in strati orizzontali.

Si devono evitare operazioni di getto per caduta libera, da altezze che possano provocare la segregazione dei componenti impiegando invece canalette a superficie liscia e tubi. Durante il getto non si deve modificare la consistenza del calcestruzzo con aggiunta di acqua, e si deve altresì evitare ogni perdita della parte più fluida.

Il conglomerato sarà messo in opera a strati di spessore non maggiore di 15 cm qualora costipato a mano, e fino a 50 cm con l'impiego di adatti vibratori. La costipazione a mano è da impiegare solo eccezionalmente e per giustificati motivi.

E' raccomandabile la vibrazione superficiale per le solette di spessore inferiore a 20 cm, e per la finitura di tutte le superficie superiori dei getti. Ove vengano applicati i vibratori ai casseri si devono rinforzare opportunamente le casseforme stesse.

Dovrà essere assolutamente evitata la segregazione dei componenti del conglomerato; per questo esso dovrà essere sufficientemente consistente, e si dovrà evitare anche un'applicazione troppo prolungata.

I vibratori ad immersione devono essere immersi nel getto e ritirati evitando la formazione di non uniformità nel getto. Lo spessore dello strato sottoposto a vibrazione e la distanza reciproca dei punti di immersione, devono essere scelti in funzione della potenza del vibratore.

Le superfici dei getti, dopo la sformatura, devono risultare lisce e piane, senza gobbe, incavi, cavernosità, sbavature o irregolarità così da non richiedere alcun tipo di intonaco, né spianamenti o rinzaffi.

Le casseforme devono essere preferibilmente metalliche, oppure di legno rivestite di lamiera: possono essere tuttavia consentite casseforme di legno non rivestito, purché il tavolame e le relative fasciature e puntelli siano tali da poter ottenere i risultati suddetti.

Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere possibilmente previste in fase di progetto e conformate in modo che le superfici di interruzione risultino all'incirca perpendicolari alle isostatiche di compressione; in ogni caso dovranno essere decise ed eseguite sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori, con tutti gli accorgimenti atti ad assicurare la realizzazione delle strutture monolitiche.

Tra le successive riprese di getto, non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta dosata a 6 q.li di cemento per ogni m<sup>3</sup> di sabbia.

A posa ultimata deve essere curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi; il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Ad ogni modo il calcestruzzo ed i casseri dovranno essere mantenuti umidi e protetti dall'insolazione diretta per almeno 10 giorni.

Comunque, si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i 35° C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore ai 75° C per tutto il periodo successivo, tenendo presente che la variazione di temperatura non deve superare i 20° C/h.

Durante il periodo di stagionatura i getti devono essere riparati dalla possibilità di urti.

L'impiego della stagionatura a vapore deve essere approvato dalla Direzione dei Lavori sulla base di proposte tecniche presentate dall'Appaltatore senza che lo stesso possa richiedere compenso alcuno.

Nel caso di getto contro terra il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua d'impasto. Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

Si consiglia un'opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie e pozzi, gunite per muri di sostegno). I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.

La Direzione dei Lavori potrà richiedere che le strutture di conglomerato cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali di pietra, laterizi o di altri materiali da costruzione; in tal caso i getti devono procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento del rivestimento.

## 7.6 GETTI A BASSA TEMPERATURA

Per i getti invernali in genere dovranno essere osservate le *"Raccomandations pour le bétonnage en hiver"* stabilite dal Sottocomitato della tecnologia del calcestruzzo del RILEM.

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a 2° C, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i 5° C al momento stesso del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento, finché almeno il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza cubica di 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentire il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti provvedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto, aumento del contenuto di cemento, impiego di cementi ad indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto.

Qualora venga impiegata acqua calda per l'impasto, questa non dovrà superare la temperatura di 60° C. Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà in contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio, ed eventualmente preriscaldate ad una temperatura prossima a quella del getto.

## 7.7 GETTI IN ACQUA

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento.

I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a

contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa essere eliminata con scalpellatura. Pertanto, al momento del getto, il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine.

Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa.

Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

## 7.8 CASSEFORME E DISARMO

Le impalcature di sostegno dei getti di calcestruzzo devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni cui esse sono sottoposte durante l'esecuzione dei lavori.

In particolare si richiama l'attenzione sul pericolo di instabilità delle impalcature di sostegno, sulle pressioni localizzate agli appoggi, sulla qualità del terreno di fondazione, in specie in periodo di sgelò.

I casseri devono soddisfare alle condizioni di impermeabilità ed ai limiti di tolleranza definiti dal progetto esecutivo o indicati dalle normative specifiche, nonché presentare lo stato superficiale desiderato.

I casseri devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni che si generano durante l'esecuzione dei lavori ed in particolare le spinte del calcestruzzo fresco e le azioni prodotte dal suo costipamento.

Comunque, salvo prescrizioni più restrittive, si consente che le deformazioni dei casseri siano tali da permettere variazioni dello spessore dei getti contenuto entro il 2%.

I casseri devono rispettare le controfrecce stabilite dal progetto esecutivo, per assicurare la forma corretta e definitiva delle opere, tenuto conto di tutti gli effetti (di carattere istantaneo o differito nel tempo) che tendono a farle variare.

Inoltre non devono impedire le deformazioni proprie del calcestruzzo (ritiro, deformazioni elastiche e viscosi), il regolare funzionamento dei giunti e delle unioni e nelle strutture precomprese le deformazioni conseguenti alla messa in tensione delle armature.

I casseri devono essere costruiti in materia tale da permettere agevolmente la pulizia prima del getto e non ostacolare la corretta messa in opera del calcestruzzo.

A quest'ultimo scopo devono presentare i necessari accorgimenti (smussi, sfiati e simili) atti a favorire la fuoriuscita dell'aria durante le operazioni di getto e costipamento e consentire quindi un perfetto riempimento.

Prima dell'impiego dei casseri, si deve controllare che la geometria non sia variata per cause accidentali, in particolare per effetti termici.

Prima del getto, i casseri devono essere puliti in maniera da eliminare polvere o detriti di qualsiasi natura e abbondantemente bagnati se realizzati con materiali assorbenti l'acqua. Inoltre, è sconsigliabile trattare

i casseri con prodotti che agevolino la scasseratura. Questi prodotti non devono lasciare tracce indesiderate sulla superficie del calcestruzzo e devono permettere la ripresa dei getti e l'eventuale applicazione di ricoprimenti o rivestimenti.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassi i 6 metri, si disporranno opportuni apparecchi di disarmo.

Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base; dovrà assicurarsi un'efficace ripresa e continuità di getto mantenendo bagnato per almeno due ore, e mediante inserimento di un sottile strato di malta cementizia espansiva all'inizio delle operazioni di getto.

Il getto deve avvenire con l'impiego di un tubo di guida del calcestruzzo alla superficie del getto, in ogni caso non per caduta da un'altezza superiore a 1 metro.

Nessuna opera di conglomerato armato dovrà essere assoggettata a passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera o comunque caricata prima che abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a giudizio della Direzione dei Lavori.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, che utilizzerà, a tale riguardo, prove non distruttive del conglomerato, e verrà riportata nel Giornale dei Lavori.

Ciò va riferito in particolare modo alle opere che durante la costruzione fossero colpite dal gelo.

Per le opere di notevole portata e di grandi dimensioni, come pure quelle destinate a coperture, che dopo il disarmo possono trovarsi subito la maggior parte del carico di progetto, sarà opportuno che venga indicato nel progetto il tempo minimo di maturazione per il disarmo, ferma restando la necessità del controllo suddetto.

## 7.9 ARMATURE METALLICHE

Oltre alla legislazione italiana in vigore, e in quanto non meno restrittive, dovranno osservarsi come obblighi, le raccomandazioni ed i consigli del Comité Européen du Béton (Raccomandazioni internazionali per il calcolo e l'esecuzione delle opere di cemento armato normale e precompresso, edizione 1973 o eventuale nuova edizione più recente).

Per le barre ad aderenza migliorata di acciaio B450C non controllate in stabilimento, si procederà al controllo in cantiere. I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Appaltatore e inviati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'impresa ad un laboratorio ufficiale per esservi provati, sempre a spese dell'Appaltatore.

La Direzione dei Lavori darà il benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo. Nel caso di esito negativo si procederà come è indicato nelle norme regolamentari.

Uguale controllo potrà essere chiesto dalla Direzione dei Lavori con prelevamento in cantiere, anche sulle barre controllate in stabilimento.

Le armature metalliche dovranno essere fissate nella posizione progettata con legature di filo di ferro agli

incroci di tutte le barre e distanziatori che garantiscono la conservazione degli intervalli fra gli strati di barre e le loro distanze dai casseri. Gli oneri derivanti da quanto detto precedentemente sono a completo carico dell'Appaltatore.

Le legature saranno sempre doppie a fili incrociati e fortemente ritorti per la messa in tensione; non è quindi ammessa la legatura con un semplice filo posto in diagonale abbracciante i due tondi con un solo anello.

Il distanziamento degli strati di barre sovrapposte sarà ottenuto con spezzoni di tondino di diametro opportuno. Anche detti distanziatori dovranno essere legati con le barre.

L'immobilità delle armature durante il getto deve essere garantita nel modo più assoluto. La Direzione dei Lavori procederà senz'altro alla sospensione dei getti ed alla demolizione di quanto già gettato quando dovesse constatare spostamenti o anche solo possibilità di spostamenti rilevanti degli elementi di armatura metallica.

Le barre sporche, unte o notevolmente arrugginite, devono essere accuratamente pulite prima della collocazione in opera; non debbono essere piegate a caldo.

Le barre sollecitate a trazione saranno ancorate in zona compressa o almeno allontanate dal lembo teso presso cui eventualmente dovessero correre.

#### 7.10 CONTROLLI E PROVE

La Direzione dei Lavori preleverà i campioni di materiali e di conglomerato cementizio per sottoporli ad esami e prove di laboratorio con frequenza non inferiore a quella del D.M. 17 gennaio 2018 (NTC).

I controlli sui conglomerati cementizi, prelevati con le modalità indicate nei punti 2 e 2.2 delle norme UNI EN 12350-1, saranno i seguenti:

- per la consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI EN 206;
- per il dosaggio del cemento, da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI EN 12350-6 e UNI EN 12390-7;
- sul conglomerato cementizio confezionato in cubetti da sottoporre a prove per la determinazione della resistenza caratteristica secondo quanto riportato nel D.M. 17 gennaio 2018 (NTC) ed in particolare sulla base delle norme UNI EN 12390-2 per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI EN 12390-1 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme e UNI EN 12390-3 per la determinazione propria della resistenza a compressione.

La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio, con decisione motivata, anche da strutture già realizzate e stagionate.

#### 7.11 COLLAUDO

Le operazioni di collaudo comprendono il controllo del grado di sicurezza inserito nelle operazioni di progetto, da effettuare con verifiche delle ipotesi, della corrispondenza con i dati del progetto, l'esecuzione delle prove di carico e ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.

Le opere non possono essere poste in servizio prima che siano state assoggettate a prove di carico. Queste non possono avere luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di conglomerato prevista. Il loro programma dovrà essere sottoposto al Direttore dei Lavori e al Progettista, e notificato al Costruttore.

Le prove di carico si svolgeranno con le modalità indicate dal Collaudatore, e con gli appostamenti e le norme di sicurezza decise dal Direttore dei Lavori che assumerà la responsabilità delle operazioni.

I carichi di prova saranno di regola quelli di progetto e la durata di applicazione degli stessi non sarà inferiore a 24 ore.

Di ogni prova di carico sarà redatto un certificato che sarà sottoscritto dal Collaudatore, dal Direttore dei Lavori e dal Costruttore.

Quando le opere debbano essere ultimate prima della nomina del Collaudatore, le prove di carico saranno eseguite dal Direttore dei Lavori, che ne redigerà certificato sottoscrivendolo assieme al Costruttore. E' in facoltà del Collaudatore effettuare controlli su tali prove precedentemente eseguite ed eventualmente integrate a suo criterio.

La lettura degli apparecchi di misura, sia sotto carico che allo scarico, sarà proseguita fino a valore praticamente costante (salvo l'influenza degli effetti termici).

L'esito della prova sarà ritenuto soddisfacente quando:

- nel corso dell'esperimento non si siano prodotte lesioni o dissesti che compromettano la sicurezza e la conservazione dell'opera;
- la freccia permanente dopo la prima applicazione del carico massimo non superi 1/3 di quella totale, ovvero, nel caso che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura è in grado di raggiungere un buon comportamento elastico.

L'onere di tutte le prove suddette è a totale carico dell'Appaltatore. Sono escluse le prove su prototipi.

## **8 SOVRASTRUTTURA STRADALE: CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE**

### **8.1 TERMINOLOGIA RELATIVA ALLA SOVRASTRUTTURA**

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994 si riportano le definizioni della sovrastruttura stradale.

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili, si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

Con il termine sovrastruttura si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni del traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.

Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato usura;



- strato di collegamento o binder;
- strato di base;
- strato di fondazione.

La sovrastruttura può anche comprendere strati accessori aventi particolari funzioni, quali: strato drenante, strato anticapillare, strato antigelo ed eventuali strati di geotessile.

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di binder;
- strato di base.

Lo strato di misto granulare stabilizzato è compreso tra lo strato di base e la fondazione

Lo strato di fondazione è la parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo) o con il materiale arido.

Con dizione tradizionale, si indica come flessibile una sovrastruttura formata da strati superficiali ed eventualmente di base, costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici e da strati di fondazione non legati.

Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è frequentemente costituito da:

- a) Strato di usura: Strato disposto ad immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali. Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi drenanti e fonoassorbenti; in tal caso l'impermeabilizzazione è realizzata sotto lo strato.
- b) Strato di collegamento: Strato, spesso chiamato «binder», sottostante all'usura, destinato ad integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori; normalmente esso è costituito da materiale meno pregiato, e quindi più economico del sovrastante;
- c) Strato di base: è intermedio tra il binder e la fondazione, ha il compito principale di resistere ai carichi verticali ripartendoli sugli strati sottostanti con funzione portante. In caso di traffico pesante o scarsa portanza del sottofondo lo si realizza in due strati con differenti materiali.

Lo strato di sottofondo si può definire come il terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fino ad una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili ed influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

Il sottofondo, che per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto migliorato quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR).

Il miglioramento, in alcuni casi può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.

Il sottofondo viene detto stabilizzato quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

IL trattamento di ancoraggio consiste in un Pellicola di legante idrocarburico (detta anche mano d'attacco) spruzzata sulla superficie di uno strato della sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

## 8.2 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E CRITERI COMPOSITIVI DELLA PIATTAFORMA

Conformemente a quanto previsto dal D.M. del 5 novembre 2001, le strade sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi:

- A - Autostrade (extraurbane ed urbane)
- B - Strade extraurbane principali
- C - Strade extraurbane secondarie
- D - Strade urbane di scorrimento
- E - Strade urbane di quartiere
- F - Strade locali (extraurbane ed urbane)

## 8.3 ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLO SPAZIO STRADALE

Il D.M. 5 novembre 2001 tenuto conto del Codice della Strada, riporta le denominazioni degli spazi stradali con i seguenti significati:

- BANCHINA: parte della strada, libera da qualsiasi ostacolo (segnaletica verticale, delineatori di margine, dispositivi di ritenuta), compresa tra il margine della carreggiata e il più vicino tra i seguenti elementi longitudinali: marciapiede, spartitraffico, arginello, ciglio interno della cunetta, ciglio superiore della scarpata nei rilevati. Si distingue in:
  - banchina in destra: che ha funzione di franco laterale destro. È di norma pavimentata ed è sostituita, in talune tipologie di sezione, dalla corsia di emergenza;
  - banchina in sinistra: che è la parte pavimentata del margine interno.
- CARREGGIATA: parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli; essa è composta da una o più corsie di marcia; è pavimentata ed è delimitata da strisce di margine (segnaletica orizzontale).
- CONFINE STRADALE: limite della proprietà stradale quale risulta dagli atti di acquisizione o dalle fasce di esproprio del progetto approvato; in mancanza, il confine è costituito dal ciglio esterno del fosso di guardia o della cunetta, ove esistenti, o dal piede della scarpata se la strada è in rilevato o dal ciglio superiore della scarpata se la strada è in trincea.
- CORSIA: parte longitudinale della strada, normalmente delimitata da segnaletica orizzontale, di larghezza idonea a permettere il transito di una sola fila di veicoli. Si distingue in:

- corsia di marcia: corsia facente parte della carreggiata, destinata alla normale percorrenza o al sorpasso;
- corsia riservata: corsia di marcia destinata alla circolazione esclusiva di una o di alcune categorie di veicoli;
- corsia specializzata: corsia destinata ai veicoli che si accingono ad effettuare determinate manovre, quali svolta, attraversamento, sorpasso, decelerazione, accelerazione, manovra per la sosta o che presentino basse velocità (corsia di arrampicamento) o altro;
- corsia di emergenza: corsia, adiacente alla carreggiata, destinata alle soste di emergenza, al transito dei veicoli di soccorso ed, eccezionalmente, al movimento dei pedoni.
- DISPOSITIVO DI RITENUTA: Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o comunque a ridurne le conseguenze dannose. È contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.
- FASCIA DI PERTINENZA: striscia di terreno compresa tra la carreggiata più esterna e il confine stradale. È parte della proprietà stradale e può essere utilizzata solo per la realizzazione di altre parti della strada.
- FASCIA DI RISPETTO: striscia di terreno, esterna al confine stradale, sulla quale esistono vincoli, da parte del proprietario del terreno, alla realizzazione di scavi, costruzioni, recinzioni, piantagioni, depositi e simili. Per la larghezza vedere gli articoli 26, 27 e 28 del D.P.R. n. 495/1992.
- FASCIA DI SOSTA LATERALE: parte della strada adiacente alla carreggiata, separata da questa mediante una striscia di margine discontinua e comprendente la fila degli stalli di sosta e la relativa corsia di manovra.
- MARCIAPIEDE: parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata o altrimenti delimitata e protetta, destinata ai pedoni.
- MARGINE INTERNO: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse in senso opposto.
- MARGINE LATERALE: parte della piattaforma che separa carreggiate percorse nello stesso senso.
- MARGINE ESTERNO: parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti sostegni, ecc.).
- PARCHEGGIO: area o infrastruttura posta fuori della carreggiata, destinata alla sosta regolamentata o non dei veicoli.
- PIATTAFORMA: parte della sede stradale che comprende i seguenti elementi:
  - una o più carreggiate complanari, di cui la corsia costituisce il modulo fondamentale;
  - le banchine in destra e in sinistra;
  - i margini (eventuali) interno e laterale (comprensivi delle banchine);
  - le corsie riservate, le corsie specializzate, le fasce di sosta laterale e le piazzole di sosta o di fermata dei mezzi pubblici (se esistenti).
- Non rientra nella piattaforma il margine esterno.
- SEDE STRADALE: superficie compresa entro i confini stradali.

- SEDE TRANVIARIA: parte longitudinale della strada, opportunamente delimitata, riservata alla circolazione dei tram e dei veicoli assimilabili.
- SPARTITRAFFICO: parte non carrabile del margine interno o laterale, destinata alla separazione fisica di correnti veicolari. Comprende anche lo spazio destinato al funzionamento (deformazione permanente) dei dispositivi di ritenuta.
- STRADA DI SERVIZIO: strada affiancata ad una strada principale (tipo A, B e D), avente la funzione di consentire la sosta ed il raggruppamento degli accessi dalle proprietà laterali alla strada principale e viceversa, nonché il movimento e le manovre dei veicoli non ammessi sulla strada principale stessa.
- STRADA EXTRAURBANA: strada esterna ai centri abitati.
- STRADA URBANA: strada interna ad un centro abitato.

Gli spazi stradali associati alle diverse categorie di traffico sono individuati nella tabella sottostante, relativa alla piattaforma corrente.

	TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				PEDONI	ANIMALI	VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	VELOCIPEDI	CICLOMOTORI	AUTOVETTURE	AUTOBUS	AUTOCARRI	AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	MACCHINE OPERATRICI	VEICOLI SU ROTAJA	SOSTA DI EMERGENZA	SOSTA	ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	1	1	1	1	○	○	3	○	○
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	○	1/5-3	4	8
	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	1	1	1	1	○	○	3	○	○	
		STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	6	5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5-3	4	8	
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	1	1	1	1	○	○	1/5	4	○
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	5	5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	○	1/5	4	8
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		5	1/5	1	1-7	1	1	1	1	1	1	1-2	1/5	4	8
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	6	○	○	7	1	1	1	1	1	1	○	1/5	○	○
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	6	1/5	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	1	1	1-2-4	1/5	4	8
LOCALE	F	EXTRAURBANO		5	1	1	1-7	1	1	1	1	1	1	○	1/5	4	8
		URBANO		6	1	1	1-7	1	1	1-2	1	○	1	1-2-4	1/5	4	8

1) CORSIA  
2) CORSIA RISERVATA  
3) CORSIA DI EMERGENZA  
4) IN APPOSITI SPAZI  
5) BANCHINA  
6) MARCIAPIEDE  
7) PISTA CICLABILE  
8) PASSI CARRABILI  
1:5 IN BANCHINA PER QUANTO POSSIBILE  
○ COMPONENTE DI TRAFFICO NON AMMESSA

Tabella 12: Spazi da assegnare in piattaforma alle categorie di traffico (D.M. 5 novembre 2001)

#### 8.4 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI TRAFFICO DELLE SEZIONI

Per ogni tipo di strada si possono pertanto avere diversi tipi di sezione, in relazione all'ambito territoriale e all'utenza prevista.

Le dimensioni della piattaforma stradale devono essere mantenute invariate lungo tutto il tracciato della strada, sia in sede naturale, sia in sede artificiale (galleria, sottopasso, ponte, viadotto ecc.)

Le tabelle 3.4.a del D.M. 5 novembre 2001 riportano, per ogni tipo di strada e per le eventuali strade di servizio associate, la composizione possibile della carreggiata, i limiti dell'intervallo di velocità di progetto,

le dimensioni da assegnare ai singoli elementi modulari ed i flussi massimi smaltibili in relazione ai livelli di servizio indicati. Vengono altresì fornite alcune indicazioni sulla regolazione di funzioni di traffico specifiche. Valgono al proposito le seguenti precisazioni.

Il numero delle corsie per senso di marcia dipende dalla quantità e qualità dei movimenti richiesti. Il valore indicato non tiene conto di eventuali corsie riservate. Soluzioni con più di quattro corsie di marcia per ogni direzione, su unica carreggiata, richiedono l'adozione di specifici accorgimenti non trattati dal presente testo.

La larghezza delle corsie è intesa come la distanza tra gli assi delle strisce che le delimitano; le dimensioni indicate non riguardano le corsie impegnate dalle categorie di traffico numerate 7,8,9,10 e 11 della tabella 3.2.c del D.M. 5 novembre 2001, per le quali si fissa una larghezza minima di 3,50 m.

Le corsie riservate ai mezzi pubblici, o ad uso promiscuo con i mezzi privati, sono da ubicare vicino ai marciapiedi; sulle strade a più carreggiate esse vanno collocate sulle carreggiate laterali.

La larghezza del margine è intesa come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano due carreggiate, appartenenti alla strada principale (margine interno) o ad una strada principale ed una di servizio (margine laterale).

La larghezza del marciapiede va considerata al netto sia di strisce erbose o di alberature che di dispositivi di ritenuta. Tale larghezza non può essere inferiore a 1,50 m. Sul marciapiede possono, comunque, trovare collocazione alcuni servizi di modesto impegno, quali centralini semaforici, colonnine di chiamata di soccorso, idranti, pali e supporti per l'illuminazione e per la segnaletica verticale, nonché, eventualmente per cartelloni pubblicitari (questi ultimi da ubicare, comunque, in senso longitudinale alla strada).

In presenza di occupazioni di suolo pubblico localizzate e impegnative (edicole di giornali, cabine telefoniche, cassonetti ecc.) la larghezza minima del passaggio pedonale dovrà comunque essere non inferiore a 2,00 m.

La fermata va comunque organizzata all'esterno della carreggiata.

## 8.5 SEZIONE STRADALE IN SEDE ARTIFICIALE

Gli elementi marginali e di arredo della sede strade sono:

- **MARGINE INTERNO:** Parte della piattaforma che separa corsie percorse in senso opposto. Nel caso di strade con carreggiate separate distanziate non più di 12 m, all'interno del margine devono essere collocati dispositivi di ritenuta invalicabili. Le banchine in sinistra, oltre il limite interno della carreggiata, devono essere pavimentate, avere la medesima pendenza della carreggiata stessa e le larghezze indicate nella tabella 3.4.a. del D.M. 5 novembre 2001. La zona compresa fra le due banchine suddette (spartitraffico) deve essere mantenuta a verde nel caso di margine di larghezza  $\geq 4,00$  m; potrà essere mantenuta a verde pure nel caso di margini di larghezza inferiore. Lo spartitraffico (parte non carrabile del margine) deve essere interrotto, in linea di massima ogni due chilometri, da una zona pavimentata atta a consentire lo scambio di carreggiata (varco). Analoghi varchi nello spartitraffico devono essere previsti in prossimità degli imbocchi delle gallerie, delle testate di viadotti e ponti di notevole lunghezza. In corrispondenza dei varchi non deve

interrompersi la continuità dei dispositivi di ritenuta, da realizzarsi anche di classe inferiore rispetto a quella corrente (vedi D.M. 18 febbraio 1992, n. 223.), in modo tale da essere facilmente rimossi in caso di necessità. Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque lo spartitraffico nei tratti in curva deve assumere un'opportuna conformazione ed essere dotato di appositi apprestamenti. Nella sistemazione sullo spartitraffico delle siepi anabbaglianti e dei dispositivi di ritenuta, occorre verificare che essi, nelle curve sinistrorse, non costituiscano ostacolo alla visibilità lungo la corsia più interna.

- **MARGINE LATERALE:** parte della piattaforma che separa la carreggiata principale da quella di servizio. Ha le caratteristiche di cui al paragrafo precedente;
- **MARGINE ESTERNO:** parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli, marciapiedi e gli elementi di sicurezza o di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti, sostegni, ecc.);
- **CIGLI E CUNETTE:** le banchine devono essere raccordate con gli elementi marginali contigui dello spazio stradale (scarpate, cunette, marciapiedi ecc.) mediante elementi di raccordo che possono essere costituiti, a seconda delle situazioni, da arginelli, o fasce di raccordo (cigli), destinati ad accogliere eventuali dispositivi di ritenuta o elementi di arredo. In taluni casi detti elementi di raccordo possono anche mancare. Le dimensioni di tali elementi sono precisate nelle Figg. 39.14.a/b/c/d. L'arginello dovrà avere una altezza rispetto la banchina di  $5 \div 10$  cm; sarà raccordato alla scarpata mediante un arco le cui tangenti siano di lunghezza non inferiore a 0.50 m. Nella sezione in trincea, la fascia di raccordo fra banchina e cunetta va opportunamente trattata in modo da assicurarne l'impermeabilità ed evitarne l'erosione; se pavimentata, la sua pendenza trasversale potrà essere uguale a quella della banchina. Ove per la cunetta sia adottata la conformazione del tipo di cui alla figura 39.14.b (non necessitante di dispositivo di ritenuta), tale elemento di raccordo scompare e la cunetta può essere accostata direttamente alla banchina.
- Nel caso in cui la sede stradale risulti sostenuta da un muro, l'elemento marginale sarà progettato in analogia con quanto previsto per la sezione stradale su opere di scavalco;
- **MARCIAPIEDI:** oltre quanto indicato, va precisato che per le strade urbane di classe D-E-F, la larghezza dei marciapiedi va comunque determinata in base ai flussi pedonali previsti.
- Per strade con velocità di progetto (limite superiore) maggiore di 70 km/h, il marciapiedi va protetto da dispositivi di ritenuta, sistemati come in Fig. 39.3. e 39.4. Qualora la velocità prevista sia inferiore al valore sopra indicato, la protezione potrà essere omessa, ma in questo caso il marciapiedi dovrà essere delimitato da un ciglio sagomato, come in Fig. 39.5. e 39.9. L'ente proprietario della strada valuterà l'opportunità, in relazione alle condizioni viarie e ambientali locali, di dotare il ciglio del marciapiede di idonee protezioni per la salvaguardia dei pedoni e per impedire il sormento dei veicoli.
- Tutti i marciapiedi ed i passaggi pedonali che si affacciano su carreggiate sottostanti devono essere muniti di rete di protezione alta almeno 2,00 m.

## 8.6 ALCUNE INDICAZIONI SULLA GEOMETRIA DELL'ASSE STRADALE

La pendenza trasversale in rettilineo nasce dall'esigenza di allontanamento dell'acqua superficiale.

Indipendentemente dal tipo di strada, la pendenza minima delle falde della carreggiata,  $i_c$ , deve essere del 2,5 % ( $q = 0,025$ ). Valori inferiori saranno impiegati, con gli accorgimenti indicati nel cap. 5.2.4 del D.M. 5 novembre 2001, solo nei tratti di transizione tra elementi di tracciato caratterizzati da opposte pendenze trasversali.

In curva la carreggiata è inclinata verso l'interno. La pendenza trasversale è la stessa su tutta la lunghezza dell'arco di cerchio.

La pendenza massima vale 7% ( $q=0,07$ ) per le strade tipo A (urbane ed extraurbane), tipo B, C, F extraurbane e strade di servizio extraurbane; vale 5% per le strade di tipo D e 3,5 % per le strade di tipo E ed F urbane, nonché per le strade di servizio delle autostrade urbane e delle strade di scorrimento.

In galleria la pendenza trasversale minima può essere ridotta al 1 %.

Il profilo altimetrico è costituito da tratti a pendenza costante (livellette) collegati da raccordi verticali convessi e concavi.

Le pendenze massime adottabili, previste dal D.M. 5 novembre 2001, per i diversi tipi di strada sono indicate nella tabella seguente:

TIPO DI STRADA		AMBITO URBANO	AMBITO EXTRAURBANO
AUTOSTRADA	A	6%	5%
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	-	6%
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	-	7%
URBANA DI SCORRIMENTO	D	6%	-
URBANA DI QUARTIERE	E	8%	-
LOCALE	F	10%	10%

Tabella 13: Pendenze massime delle livellette adottabili in base alla categoria stradale (D.M. 5 novembre 2001)

I suddetti valori della pendenza massima possono essere aumentati di un'unità, qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

Per quanto riguarda le strade di servizio è consigliabile mantenere pendenze longitudinali uguali a quelle della strada principale corrispondente.

Per strade di tipo A, B e D è opportuno, per contenere le emissioni di sostanze inquinanti e di fumi, non superare in galleria la pendenza del 4%, e ancor meno nel caso di lunghe gallerie in relazione ai volumi ed alla composizione del traffico previsto.



## 9 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

### 9.1 GENERALITA'

I conglomerati bituminosi a caldo miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido ed additivi.

### 9.2 STRATO DI BASE CON BITUME MODIFICATO HARD

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.

Il bitume, per migliorarlo utilizzando il bitume modificato HARD, nella percentuale in peso sulla miscela compreso tra 3,8% e 5,2%, dovrà essere modificato Hard con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSI in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 70 e 90 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella seguente tabella:

BITUME			Tipo 50/70
Parametro	Normativa	U.M.	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-54
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8
Viscosità cinematica	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥ 0,15
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99
<b>Valori dopo RTFOT (163°C)</b>		UNI EN 12607-1	
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 48
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11

Tabella 14: Prove sui bitumi con le relative norme e parametri da rispettare

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Nelle miscele di aggregati in cui non è previsto l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero (fresato) devono essere impiegati attivanti di adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume –



aggregato. Il dosaggio degli attivanti d'adesione, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. Il tipo di additivo ed il relativo dosaggio dovranno essere stabiliti in modo da garantire le caratteristiche in termini di affinità aggregati-bitume e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C) per lunghi periodi (15 giorni). L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente:

<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 30%	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥ 70	C <sub>70/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	40 mm	-
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤ 1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 30%	Fl <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤ 1,5%	WA <sub>242</sub>

*Tabella 15: Aggregato grosso per strato di base*

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D= 4 mm. L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente:

<b>AGGREGATO FINE</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	≥ 70%	-
Quantità di frantumato	-	≥ 50%	-
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤ 5%	f <sub>5</sub>

Tabella 16: Aggregato fine per strato di base

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati nella tabella seguente:

<b>FILLER</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	30-45%	V <sub>38/45</sub>
Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	≥ 5%	Δ <sub>R&amp;B8/16</sub>

Tabella 17: Filler per strato di base

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle precedenti sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato dal D.LGS. 16 giugno 2017, n. 106. Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

Il produttore dovrà determinare e dichiarare la composizione tipica (*target composition*) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati per strati di base deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella tabella seguente. La percentuale di legante, riferita al peso della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

<b>STRATO DI BASE</b>		
<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA</b>		
Serie ISO	mm	% di passante

Setaccio	63	100
Setaccio	32	90 - 100
Setaccio	20	69 - 82
Setaccio	8	45 - 56
Setaccio	2	21 - 31
Setaccio	0,5	10 - 17
Setaccio	0,25	6 - 12
Setaccio	0,063	4 - 7
Contenuto di legante	4,3 - 5,3 %	

Tabella 18: Composizione granulometrica e contenuto di legante per lo strato di base

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Nella composizione tipica la miscela per lo strato di base deve possedere i requisiti qui riportati:

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizione di prova	U.M.	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi per faccia		
Stabilità Marshall	kN	8
Rigidità Marshall	kN/mm	> 2,5
Vuoti residui (*)	%	3 - 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata in seguito con $D_M$ .		

Tabella 19: Requisiti del metodo Marshall per strato di base

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
Condizione di prova	U.M.	Valori richiesti
Angolo di rotazione		$1,25^\circ \pm 0,02$
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<b>Risultati richiesti</b>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 - 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 - 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Tabella 20: Requisiti del metodo Volumetrico per strato di base

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

### 9.3 STRATO DI COLLEGAMENTO BINDER CON BITUME MODIFICATO HARD

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70, definite dalla UNI EN 12591.

Il bitume, nella percentuale in peso sulla miscela compreso tra 4,1% e 5,5%, dovrà essere modificato Hard con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSI in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 70 e 90 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella seguente tabella:

BITUME			Tipo 50/70
Parametro	Normativa	U.M.	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	45-60
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8
Viscosità cinematica	UNI EN 12595	Pa*s	145
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99
<b>Valori dopo RTFOT (163°C)</b>	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	≥ 40
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9

*Tabella 21: Prove sui bitumi con le relative norme e parametri da rispettare*

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

Nelle miscele di aggregati in cui non è previsto l'impiego di conglomerato bituminoso di recupero (fresato) devono essere impiegati attivanti di adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il dosaggio degli attivanti d'adesione, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. Il tipo di additivo ed il relativo dosaggio dovranno essere stabiliti in modo da garantire le caratteristiche in termini di affinità aggregati-bitume e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel

tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C) per lunghi periodi (15 giorni). L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella qui riportata:

Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 25%
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100
Indice di appiattimento	-	FI <sub>15</sub>
Resistenza all'abrasione	-	AAV <sub>10</sub>
Resistenza alla levigazione	-	PSV <sub>44</sub>

*Tabella 22: Aggregato grosso per strato di binder*

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4mm. L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente:

<b>AGGREGATO FINE</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥ 60%	-
Prova al blu di metilene	-	MBF <sub>10</sub>	-

*Tabella 23: Aggregato fine per strato di binder*

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI

EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti qui indicati:

Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti
Passante al setaccio 125 $\mu$	-	>90%
Passante al setaccio 63 $\mu$	-	>80%

Tabella 24: Filler per strato di binder

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle precedenti sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato dal D.LGS. 16 giugno 2017, n. 106. Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

Il produttore dovrà determinare e dichiarare la composizione tipica (*target composition*) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per il binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella seguente. La percentuale di legante, riferita al peso della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

<b>STRATO DI BINDER</b>		
<b>COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA</b>		
Serie ISO	mm	% di passante
Setaccio	31,5	100
Setaccio	20	-91,3
Setaccio	16	82,0
Setaccio	8	56,0
Setaccio	4	38,4
Setaccio	2	28,5
Setaccio	500 $\mu$	13,9
Setaccio	250 $\mu$	10,1
Setaccio	63 $\mu$	6,1
Contenuto di legante		4,5 %

Tabella 25: Composizione granulometrica e contenuto di legante per lo strato di binder

La miscela dovrà essere stesa con idonee vibrofinitrici e compattata con rulli di idonea massa fino ad ottenere un piano di posa omogeneo e regolare.

#### 9.4 STRATO DI USURA DRENANTE CON BITUME MODIFICATO HARD

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di pietrischi frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato. Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

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

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70, definite dalla UNI EN 12591.

Il bitume, nella percentuale in peso sulla miscela compreso tra 4,8% e 5,7%, dovrà essere modificato Hard con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSI in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 70 e 90 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. Il bitume modificato è un bitume semisolido contenente polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche: si suggerisce di utilizzare un bitume 50/70 di classe 3 o classe 4. Il tenore di bitume, sarà compreso tra il 4,8 - 5,7 % sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ed alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.

BITUME			Tipo 50/70
Parametro	Normativa	U.M.	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	75-85
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 18
Viscosità cinematica	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥ 0,15
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99
<b>Valori dopo RTFOT (163°C)</b>	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 30

*Tabella 26: Prove sui bitumi con le relative norme e parametri da rispettare*

Il possesso dei requisiti elencati in tabella viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di raggiungere le prestazioni richieste al conglomerato bituminoso. Possono essere impiegati per scopi diversi quali la riduzione della sensibilità all'acqua, il miglioramento della lavorabilità in condizioni di stesa difficili, la rigenerazione del bitume invecchiato contenuto nel fresato, il rinforzo strutturale.

Al fine di ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o filler speciali) che favoriscono l'adesione bitume-aggregato. Il loro dosaggio, che può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, deve essere stabilito in modo da garantire la resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela e deve essere obbligatoriamente indicato nello studio della miscela. Nella scelta del tipo di additivo deve essere verificata la sua compatibilità con i polimeri presenti nel bitume modificato.

Le fibre minerali nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Le fibre minerali stabilizzanti possono essere costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc. I criteri di scelta delle fibre, la scheda tecnica del prodotto, l'incidenza del dosaggio sulle caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso devono essere obbligatoriamente contenuti nello studio della miscela.

L'immissione degli additivi deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.

<b>AGGREGATO GROSSO</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 20%	LA <sub>20</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥ 100%	C <sub>100/0</sub>
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤ 1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 15%	F <sub>130</sub>
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	≥ 44	PSV <sub>42</sub>

*Tabella 27: Aggregato grosso per strato di usura*

La designazione dell'aggregato fine deve essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima di 4 mm (D<sub>max</sub> = 4 mm).



L'aggregato fine può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV44 il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 20%.

<b>AGGREGATO FINE</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥ 75%	-
Passante allo 0,063	UNI EN 933-1	≤ 18%	F <sub>2</sub>

Tabella 28: Aggregato fine per strato di usura

Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria del filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, deve essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.

Il filler per tappeto di usura deve soddisfare i requisiti indicati in tabella:

<b>FILLER</b>			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	30-45%	V <sub>38/45</sub>
Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	≥ 5%	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Tabella 29: Filler per strato di usura

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-5.

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (*target composition*) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato nella tabella successiva. La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

<b>STRATO DI USURA DRENANTE COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA</b>		
Serie ISO	mm	% di passante
Setaccio	20	100

Setaccio	14	90 - 100
Setaccio	8	12 - 35
Setaccio	2	6 - 12
Setaccio	0.5	5 - 11
Setaccio	0,25	5 - 10
Setaccio	0,063	4 - 8
Contenuto di legante		4.8 - 5.8 %

Tabella 30: *Composizione granulometrica e contenuto di legante per lo strato di usura*

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si può utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

La miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibrette in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

#### 9.5 ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108, parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. I controlli di accettazione possono essere effettuati sulle miscele prelevate alla stesa, come pure sulle carote prelevate in sito.

#### 9.6 CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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

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

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere 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 devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

## 9.7 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI STESA

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante la pulizia e l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa a rottura lenta con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 10) rispondente alle specifiche indicate nella tabella seguente, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

<b>EMULSIONE BITUMINOSA</b>				
Requisito	Norma	U.M.	Valori richiesti	Classe
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	40+/-1	6
Contenuto di legante (bitume + flussante)	UNI EN 1431	%	> 59	6
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 0,2	
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850		2 - 4	
Miscelazione con cemento	UNI EN 12848	%	< 2	10

Caratteristiche bitume estratto	UNI EN 1431			
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 - 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	35 - 56	8
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	

*Tabella 31: Emulsione bituminosa per mano di ancoraggio (strato di base)*

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationiche a rottura rapida con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 3), rispondente alle specifiche qui indicate:

<b>EMULSIONE BITUMINOSA</b>				
Requisito	Norma	U.M.	Valori richiesti	Classe
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	45+/-1	
Contenuto di legante (bitume + flussante)	UNI EN 1431	%	> 53	5
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 10	3
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 12850		70 - 155	3
<b>Residuo bituminoso (per evaporazione)</b>				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 35	8

*Tabella 32: Emulsione bituminosa per mano d'attacco (strato di base)*

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione (tra le due basi) deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>; nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa o del bitume modificato per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Prima della realizzazione dello stato di binder è necessario pulire e preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

La mano d'attacco può essere realizzata con emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 55% di bitume residuo. E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il dosaggio di emulsione bituminosa e la quantità del materiale di ricoprimento devono essere adottati dall'Impresa in modo che sia soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante il metodo ASTRA rilasciato dal produttore.

Il dosaggio consigliato di bitume residuo dell'emulsione bituminosa è di 0,30 kg/m<sup>2</sup> nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base), di 0,35 kg/m<sup>2</sup> nel caso di ricariche (stesa di binder su pavimentazione preesistente), di 0,40 kg/m<sup>2</sup> nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 3, rispondente alle specifiche indicate nella tabella successiva:

<b>EMULSIONE BITUMINOSA</b>				
Requisito	Norma	U.M.	Valori richiesti	Classe
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	45+/-1	
Contenuto di legante (bitume + flussante)	UNI EN 1431	%	> 53	5
Omogeneità	UNI EN 1429	%	≤ 10	3
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 12850		70 - 155	3
<b>Residuo bituminoso (per evaporazione)</b>				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 35	8

*Tabella 33: Emulsione bituminosa per mano d'attacco (strato di binder)*

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito.

## 9.8 POSA IN OPERA

La posa in opera degli strati viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto-livellamento e verranno stesi metà strada alla volta per non interrompere la continuità del traffico.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3 - 4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Le vibrofinitrici devono 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 deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spruzzato con la stessa emulsione bituminosa impiegata per la mano d'attacco, in modo da assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 - 150° C.

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

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

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12t per i tappeti di usura, mentre per lo strato di binder e di base deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati o rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati di peso non inferiore a 8t.

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 dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

## 9.9 CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive; le prove saranno eseguite da un laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela sfusa vengono determinate la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, e viene effettuata la prova Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento DM (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la resistenza alla trazione indiretta ITS (UNI EN 12697-23) e la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697-12).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati di natura non carbonatica nella frazione grossa (UNI EN 932-3), la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante la prova di taglio diretta.

Lo spessore dello strato viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco degli strati pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con:

$$s = 100 \frac{\left[ S_{\text{progetto}} - S_{\text{misurato}} \left( \frac{\gamma_{\text{carota}}}{0,98 \gamma_{\text{miscela}}} \right) \right]}{S_{\text{progetto}}}$$

$\gamma_{miscela}$  è quello riportato nello studio della miscela (DM, DG); in assenza dello studio della miscela si farà riferimento alla massa volumica dei provini Marshall confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$ :

- per lo strato di usura extraurbano e urbano, si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura;
- per lo strato di binder e base, si procederà alla stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. La ricarica deve avere uno spessore di almeno 2 cm e può essere effettuata con conglomerato tipo binder o tappeto di usura. Quando lo spessore da compensare è inferiore a 2 cm il conguagliamento può essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura, oppure si deve procedere alla fresatura parziale dello strato di binder fino a consentire un conguagliamento di spessore maggiore o uguale a 2 cm.

Il contenuto di legante viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nella quantità di bitume viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di bitume riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo più piccolo del fuso.

Solo per i tappeti di usura, il contenuto di aggregati di natura non carbonatica con resistenza alla frammentazione  $LA \leq 20$  ed alla levigabilità  $PSV \geq 44$  viene determinato in conformità alla UNI EN 932-3. Per la presenza di una quantità di aggregati di natura non carbonatica inferiore a quella prevista (35% in peso del totale degli aggregati) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 nc^2$$

dove  $nc$  è la differenza tra 35 e la percentuale in peso degli aggregati di natura non carbonatica con resistenza alla frammentazione  $LA \leq 20$  ed alla levigabilità  $PSV \geq 44$ , trattenuti al setaccio ISO 4 mm, rispetto al peso totale degli aggregati, anche quelli passanti al setaccio ISO 4 mm compreso il filler.

Per eventuali altre caratteristiche degli aggregati non conformi a quelle richieste la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La sensibilità all'acqua viene determinata sulla miscela sfusa in conformità alla Norma UNI EN 12697 - 12. Per valori della resistenza a trazione indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 90% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:



$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 sa + (0,1 sa)^2$$

dove  $sa$  è la differenza tra 90 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

I vuoti residui vengono determinati sulle carote secondo la UNI EN 12697-8. Per valori dei vuoti superiori al 6 - 7% viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 6 - 7%. Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato al 7 - 8%.

Valori dei vuoti superiori al 10% per l'usura extraurbana, 12% per quella urbana, binder e base, comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

L'ancoraggio del tappeto di usura allo strato sottostante, viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto.

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 15 kN per l'usura extraurbana, 12 kN per quella urbana e binder, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = t + 0,2 t^2$$

dove  $t$  è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto ai valori limite citati precedentemente. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Nei casi in cui all'interfaccia sia stato inserito un elemento di rinforzo (rete, geomembrana, ecc.) il valore minimo di resistenza al taglio accettabile senza detrazione è ridotto a 12kN per l'usura extraurbana, 10 kN per quella urbana e binder.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Solo per i tappeti di usura, nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente PTV) con lo *Skid Tester* secondo la norma UNI EN 13036-4. Per valori di PTV (*Pendulum Test Value*) inferiori a 60 viene applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Valori di PTV (*Pendulum Test Value*) inferiori a 45 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei

materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Requisiti aggregato grosso
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Requisiti aggregato fine
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Requisiti filler
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Requisiti bitume
Base, Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Base, Binder, Usura	Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, granulometria degli aggregati, % vuoti, prova di taglio
Usura	Carote (*)	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, granulometria degli aggregati, presenza di aggregati grossi di natura carbonatica, % vuoti, prova di taglio
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	PTV ≥ 60

(\*) Le carote devono essere prelevate ad oltre 1 m da ostacoli fissi, quali chiusini, caditoie, pozzetti, cordoli, ecc.

*Tabella 34: Ubicazione e frequenza delle prove per tutti gli strati*

## 10 STRATI DI FONDAZIONE

### 10.1 STRATO DI MISTO CEMENTATO

Il misto cementato per fondazione stradale sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego trattata con un legante idraulico, cemento, e acqua con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore indicato in progetto.

Non saranno accettati per la formazione della fondazione stradale materiali provenienti da costruzioni e demolizione. La miscela dovrà assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

Il cemento è un legante idraulica che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua. Il cemento utilizzato sarà del tipo CEM II/A-L, classe 32.5 R (norma Uni En 197-1), avere una resistenza a compressione pari a 3 – 4,3 MPa e una resistenza a trazione con prova brasiliana pari a 0,3 – 0,8 MPa. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 314.

Per la miscelazione e la compattazione va usata acqua potabile, essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità d'acqua presente nell'impasto varia da 80 a 120 l/m<sup>3</sup> in funzione del grado di umidità presente negli aggregati. Il rapporto acqua/cemento è compreso tra 0,90 - 1,35.

Gli aggregati sono elementi lapidei dai quali si ottiene, miscelandoli, il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e degli aggregati fini. L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti di provenienza o natura petrografia diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabelle seguenti.

<b>AGGREGATO GROSSO</b>		
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 30%
Percentuale di particelle frantumate	-	≥ 30%
Dimensione max	UNI EN 933-1	40 mm
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	≤ 30%
Passante al setaccio 0,075	UNI EN 933-1	≤ 1%
Contenuto di rocce reagenti con alcali del cemento	-	≤ 1%

*Tabella 35: Aggregato grosso per strato di misto cementato*

<b>AGGREGATO FINE</b>		
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	≥ 30%; ≤ 60%
Limite liquido	CNR UNI 10014	≤ 25
Indice plastico	CNR UNI 10014	NP
Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose, degradabili o solfatiche, reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	≤ 1%

*Tabella 36: Aggregato fine per strato di misto cementato*

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con pre-dosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. La zona destinata all'ammonimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura.

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella.

<b>STRATO DI MISTO CEMENTATO COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA</b>		
Serie	mm	% di passante
Setaccio	32	100
Setaccio	25	90 - 100
Setaccio	19	75 - 100
Setaccio	12.5	60 - 80
Setaccio	9.5	52 - 70
Setaccio	4.75	35 - 55
Setaccio	2	22 - 42
Setaccio	0,425	12 - 25
Setaccio	0,075	5 - 12

*Tabella 37: Composizione granulometrica e contenuto di legante per lo strato di misto cementato*

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno. Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

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

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 prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa dev'essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti. Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia. Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 da N/m<sup>2</sup> (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia. Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenze raggiunta dal misto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause devono essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometria dell'aggregato. I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 63956. Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5 % del prezzo di elenco, per ogni mm impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'impresa. A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo quanto previsto dal B.C. CNR n. 22. Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato e del pacchetto sovrastante, per densità in sito comprese tra 95 e 98% del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato e del pacchetto sovrastante, per densità in sito comprese tra 92 e 95% del valore di riferimento.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi al quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'impresa. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico su piastra), che prove effettuate sullo strato ricoperto. Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto. Per misure di portanza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito. Se lo strato risulta già sanzionato per carenze dovute agli strati inferiori la detrazione verrà applicata solo per l'eventuale differenza, estesa agli strati sovrastanti.

## 10.2 STRATO DI MISTO GRANULARE STABILIZZATO

Il misto granulare è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta

mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. Non saranno accettati per la formazione della fondazione stradale materiali provenienti da costruzione e demolizione (materiali riciclati).

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare. L'aggregato grosso può essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella seguente.

<b>AGGREGATO GROSSO</b>		
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 30%
Percentuale di particelle frantumate	-	≥ 60%
Dimensione max	UNI EN 933-1	63 mm
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1	≤ 20%

*Tabella 38: Aggregato grosso per strato di misto granulare*

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella tabella seguente.

<b>AGGREGATO FINE</b>		
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	≥ 50%
Limite liquido	CNR UNI 10014	≤ 25
Indice plastico	CNR UNI 10014	NP
Passante allo 0,075	CNR 75/80	6%

*Tabella 39: Aggregato fine per strato di misto granulare*

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella seguente.

<b>STRATO DI MISTO GRANULARE COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA</b>		
Serie	mm	% di passante
Setaccio	30	70 - 100
Setaccio	10	30 - 70
Setaccio	5	23 - 55

Setaccio	2	15 - 40
Setaccio	0,4	8 - 25
Setaccio	0,075	2 -15

*Tabella 40: Composizione granulometrica e contenuto di legante per lo strato di misto granulare*

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm deve essere inferiore a 2/3. L'indice di portanza CBR (CNR-UNI 10009), dopo quattro giorni di imbibizione in acqua, deve essere uguale al valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato applicando la norma AASHTO T294 o altra metodologia indicata dal progettista.

I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, attestanti il possesso dei requisiti elencati in tale disciplinare. Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

L' Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore come indicato nel progetto e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato. Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa. Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere determinate in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante una prova sperimentale di campo, usando le miscele messe a punto



per quel cantiere.

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo stato finito.

## **11 OPERE D'ARTE**

### **11.1 CADITOIE STRADALI**

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, dotate 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 della UNI EN 124-5 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 5: Dispositivi di coronamento e chiusura fatti in materiale composito) che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- Classe A 15 (carico di rottura kN 15): zone esclusivamente pedonali e ciclistiche, superfici paragonabili quali spazi verdi;
- Classe B 125 (carico di rottura kN 125): marciapiedi, zone pedonali aperte occasionalmente al traffico, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli;
- Classe C 250 (carico di rottura kN 250): cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti;
- Classe D 400 (carico di rottura kN 400): Vie di circolazione (strade provinciali e statali), aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- Classe E 600 (carico di rottura kN 600): aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

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 conguaglio 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.

La 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 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.

Secondo la normativa 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 il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario;
- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo).

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 previsti nella normativa UNI EN 124.

Le caratteristiche riportate dalla medesima normativa sono:

- APERTURE DI AERAZIONE dei dispositivi di chiusura: devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego;
- 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 idoneo equipaggiamento.
- PROFONDITA' 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 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;
- **FESURE:** 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 500 kg 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 è il 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 conguaglio dello spessore occorrente.

## 11.2 GRIGLIE E CANALETTE GRIGLIATE

Le canalette grigliate sono dei manufatti prefabbricati da inserire all'interno della carreggiata stradale che hanno lo scopo di raccogliere e allontanare le acque meteoriche qualora non vi sia la possibilità di realizzare caditoie stradali e relativi pozzetti.

Le canalette dovranno avere le dimensioni descritte negli elaborati di progetto ed essere collocate nei luoghi indicati dalle planimetrie di progetto.

Le canalette, vista la loro posa all'interno della carreggiata, dovranno essere munite di una griglia superiore realizzata in ghisa sferoidale con resistenza D400 in modo che, in caso eccezionale di passaggio di veicoli al di sopra del manufatto, non avvengano danneggiamenti.

## 11.3 POZZETTI PREFABBRICATI

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEAD, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco-conica o tronco-piramidale che ospiti in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), il chiusino; da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che colleghino la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma DIN 4034.

#### 11.4 COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

#### 11.5 TUBAZIONI, POZZETTI E CHIUSINI

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

Per la realizzazione di tubazioni in C.A. dovranno essere utilizzati conglomerati cementizi vibrati e centrifugati a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

La tubazione in P.V.C. rigido sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma UNI 1401-1.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione. Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio. La Direzione dei Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

I pozzetti e chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno essere conformi alle norme UNI EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il

passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

## 11.6 CORDONATURE PREFABBRICATE

Le cordonature dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} > 30$  MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto esecutivo.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

Nell'impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m<sup>3</sup> di sabbia.

## 12 BARRIERE STRADALI

### 12.1 BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Per le caratteristiche tecniche di accettazione e collazione delle barriere stradali di sicurezza si farà riferimento alle prescrizioni progettuali ed alle seguente norme:

- C.M. 16 maggio 1996, n. 2357: Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;
- C.M. 15 ottobre 1996, n. 4622: Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza;
- C.M. 6 aprile 2000, n. 223: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione;
- D.M. 5 novembre 2001: Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- C.M. 4 luglio 2002, n. 1173: Comunicazione dell'avenuta omologazione di tre barriere stradali di sicurezza per la classe H4, destinazione "spartitraffico" ai sensi dell'art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223;

- D.M. 21 giugno 2004: Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Direttiva Ministeriale 25 agosto 2004, prot. 3065: Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- Circolare 15 novembre 2007, n. 104862: Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21 giugno 2004;
- C.M. 21 luglio 2010, n. 62032: Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- D.M. 28 giugno 2011: Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- UNI EN 1317-1: Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;
- UNI EN 1317-2: Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari;
- UNI EN 1317-3: Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto.

Il produttore è responsabile della rispondenza del prodotto fornito alle norme di omologazione, ed il progettista deve curare il corretto inserimento del manufatto nel tessuto viario.

Il direttore dei lavori e l'appaltatore, ciascuno per la parte di propria competenza, hanno la responsabilità della rispondenza dell'opera al progetto, alle prescrizioni di esecuzione e/o alle modalità di posa in opera. Non possono essere aperte al traffico le strade per le quali non siano state realizzate le protezioni previste nel progetto approvato.

Ai fini della produzione ed accettazione delle barriere di sicurezza ed altri dispositivi, i loro materiali componenti devono avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione; i supporti devono anche essere conformi a quanto previsto nella predetta documentazione e riportato sul certificato di omologazione.

Tutte le barriere, sia del tipo prefabbricato prodotto fuori opera o in stabilimento, sia del tipo costruito in opera, dovranno essere realizzate con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriera con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dalla ditta produttrice e sottoscritta dal suo direttore tecnico a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al certificato di omologazione. L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità di installazione nella quale il direttore tecnico dell'impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel Certificato di omologazione.

Queste dichiarazioni dovranno essere associate, a seconda dei casi, alle altre attestazioni, previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.



Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21 giugno 2004.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

Il livello di contenimento  $I_c$  e l'indice di severità dell'accelerazione ASI previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 21 giugno 2004), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato decreto, con certificazioni di prove d'impatto al vero (crash-test) eseguite presso i laboratori ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (C.M. n. 4622 del 15 ottobre 1996 e C.M. 6 aprile 2000).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 21 giugno 2004 e successive modifiche ed integrazioni.

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il contenimento dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. 21 giugno 2004 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme tecniche vigenti.

La direzione dei lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza prevedendone anche l'infittimento locale.

In casi speciali, con l'autorizzazione scritta della direzione dei lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un idoneo basamento in calcestruzzo.

Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere ancorate ai sostegni.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato, aventi area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

La protezione deve riguardare almeno:

- i bordi di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal

piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata;

- lo spartitraffico ove presente;
- il bordo stradale nelle sezioni in rilevato; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (edifici da proteggere o simili);
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc. e gli oggetti che in caso di urto potrebbero comportare pericolo per i non utenti della strada, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc.. Occorre proteggere i suddetti ostacoli ed oggetti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Dei valori indicativi per la distanza di sicurezza sono i seguenti: 3 m per strada in rettilineo a livello di piano di campagna,  $V = 70$  km/h, TGM 1.000; 10 m per strada in rettilineo ed in rilevato con pendenza pari ad 1/4,  $V = 110$  km/h, TGM 6.000.

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a 70 cm dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a 15 cm dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di 3 mm, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm, modulo di resistenza non inferiore a 25 cm<sup>3</sup>.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a 32 cm.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a 80 mm x 120 mm x 80 mm, aventi spessore non inferiore a 6 mm, lunghezza non inferiore a 1,65 m per le barriere centrali e 1,95 m per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di 0,95 m per le barriere centrali e 1,20 m per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a 3,60 m.

La direzione dei lavori potrà ordinare una maggiore profondità o altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose o altro, previa approvazione della direzione dei lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente almeno un  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copri-asola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di 30 cm; profondità non inferiore a 15 cm; spessore minimo di 2,5 m, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del tipo europeo.

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copri-asola antisfilamento di dimensioni 45 mm x 100 mm e di spessore 4 mm.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S253, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a  $300 \text{ g/m}^2$  per ciascuna faccia.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno 2 cm ed orizzontale di più o meno 1 cm.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a 50 m senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla direzione dei lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla direzione dei lavori anche una diversa sistemazione (interramento delle testate).

Le sopraccitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffico centrale e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche

diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Le barriere, nel caso di nuovo impianto, o comunque significativi interventi, dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. 21 giugno 2004 per il tipo di strada, di traffico, ubicazione della barriera stessa.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla direzione dei lavori sulla base dei "certificati di omologazione" esibiti dall'appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. 21 giugno 2004, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori un'ideale documentazione, dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato, con esito positivo, le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati decreti ministeriali. Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da C.M. 6 aprile 2000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla direzione dei lavori all'atto della consegna dei lavori.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati:

- Materiali metallici in genere: saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per c.a., c.a.p.. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche vigenti in applicazione dell'art. 21 della legge n. 1086/1971; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR secondo EN 10025, la bulloneria secondo la norma UNI 3740, il tutto zincato a caldo nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461.
- Nel caso di forniture di barriere di sicurezza corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi.
- Barriere metalliche: avranno i seguenti requisiti:
  - 1) Acciaio impiegato: le qualità da utilizzare dovranno essere conformi a quelle previste dai certificati di omologazione o dai rapporti di prove di urto al vero, sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche sia per quelle chimiche. L'acciaio dovrà inoltre essere zincabile.
  - 2) Tolleranze di spessore: le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051.
  - 3) Collaudi e documenti tecnici: la qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi produttori o da enti o laboratori ufficiali di cui all'art. 20 legge n. 1086/1971 o autorizzati con decreto del Ministero dei lavori pubblici. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore.

Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

La barriera metallica stradale di sicurezza a tre nervature, a dissipazione controllata di energia, è costituita da una o più fasce orizzontali metalliche, sagomate a tripla onda, fissate ad una serie di sostegni in profilati metallici.

Le fasce metalliche hanno un profilo a tre nervature con sviluppo di 749 mm e altezza di 508 mm, larghezza di 82,5 mm e spessore 2,5 mm oppure 3,0 mm. Sono forate ad interasse di 1.500 mm e 2.250 mm o 1.333 mm e 2.000 mm. Devono essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova al vero (crash test). Sono previsti elementi strutturali diversi, come travi superiori cave, diagonali interne, nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (crash test). In particolare le diagonali devono rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro trasversale tra fascia e fascia nel caso di barriere spartitraffico e tra fascia e tenditore posteriore nel caso di barriere singole.

Le giunzioni fra le fasce hanno una sovrapposizione di 320 mm in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue; la congiunzione tra fasce è realizzata mediante 12 bulloni, più due bulloni di unione tra fascia e distanziatore.

I montanti metallici hanno caratteristiche dimensionali e forme come indicato nelle relative certificazioni. Tra la fascia metallica ed i montanti sono interposti elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento. I sostegni sono collegati posteriormente da un tenditore; i sistemi di unione delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento, sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti di regolazione verticale ed orizzontale.

Il distanziatore si unisce all'elemento di sganciamento ed al sostegno verticale tramite due bulloni.

I sistemi di unione (bulloni e copri-asola) hanno la funzione di impedire che, a causa dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce; essi saranno costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copri-asola antisfilamento.

I sostegni verticali sono collegati nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota, realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore.

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto riguarda gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 21 giugno 2004 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15 ottobre 1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle norme UNI corrispondenti o ad altre eventuali, comunque richiamate dal predetto decreto ministeriale.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio, in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la profondità occorrente, in appositi fori

di ancoraggio, predisposti o da predisporre dalla stessa impresa sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta, secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della direzione dei lavori. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla direzione dei lavori; altrettanto dicasi per il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a S235 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53. Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 21 giugno 2004e successive modifiche ed integrazioni) dovranno essere eseguite, come previsto dalle circolari del Ministero dei lavori pubblici, presso gli istituti autorizzati.

## 12.2 BARRIERE DI SICUREZZA IN CALCESTRUZZO

Le barriere di sicurezza in calcestruzzo dovranno essere previste nelle dimensioni e nelle posizioni descritte nel progetto. I manufatti, inoltre, dovranno avere le caratteristiche prestazionali descritte nelle varie relazioni di progetto e nella voce corrispondente all'interno del computo metrico estimativo.

Le barriere di sicurezza in calcestruzzo possono essere utilizzate come barriere stradali laterali, come ad esempio per il loro utilizzo come profili redirettivi qualora non vi sia abbastanza spazio per la posa e l'uso di guardrail in acciaio, o come barriere di sicurezza spartitraffico.

I profili deviatori rigidi redirettivi di sicurezza, marcati CE secondo il DM n°233 del 28/06/2011, complete di rapporto di prova e manuale di installazione, aventi caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe (livello di contenimento) H2, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), a muretto continuo in cemento armato. Altre caratteristiche geometriche strutturali e formali richieste sono:

- appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) H2;
- larghezza operativa:
  1. larghezza operativa W (UNI EN 1317-2) minore o uguale a 55 cm;
  2. larghezza operativa W<sub>r</sub> con l'incidente più probabile minore o uguale 55cm, per usi su strade esistenti
- altezza massima muretto minore o uguale 100 cm;
- simmetria strutturale del dispositivo rispetto alla direzione di marcia;

- larghezza massima del dispositivo minore o uguale a 45 cm.

Gli elementi delle barriere devono essere costituiti dai materiali indicati nei Rapporti di prova; in caso di uso di acciai, essi dovranno essere zincati a caldo con una quantità di secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 1461 per ciascuna faccia. Gli elementi dei dispositivi dovranno essere identificabili permanentemente con il nome del produttore, la/le classi d'appartenenza, secondo il DM 233/2011.

La barriera stradale new jersey di spartitraffico monofilare calcestruzzo utilizzato all'interno del progetto è di MODELLO NDBA H4 ST di CLASSE H4bW2 con larghezza operativa  $w$  pari a 0,74 m, ancorato con una IPE 80 allo strato di usura. Le dimensioni dello spartitraffico sono: lunghezza 6,00 m, altezza 1,20 m, larghezza alla base 0,68 m, larghezza in testa 0,19 m, peso pari a 5650 kg/6,00 m.

### **13 OPERE IN FERRO O ALTRO METALLO**

Per tutti i lavori od opere in ferro od altro metallo, dovranno anzitutto osservarsi scrupolosamente, per quanto riguarda i materiali da impiegare, le norme di cui al presente disciplinare.

Nel caso di opere o strutture portanti l'Impresa dovrà eseguire e sottoporre alla approvazione degli organi tecnici dell'Amministrazione i calcoli di resistenza e lo sviluppo completo del progetto di tali opere o strutture firmate da un Ingegnere di sua fiducia assumendo con ciò la responsabilità piena ed incondizionata del progetto stesso e della sua esecuzione, senza che tale responsabilità possa mai venire meno a seguito dell'esame e della approvazione degli organi tecnici della Amministrazione.

L'Impresa, per forniture di una certa importanza, dovrà informare gli organi tecnici dell'Amministrazione allorché i materiali approvigionati giungessero all'officina affinché, prima che venga iniziata la lavorazione, gli organi tecnici suddetti possano disporre per un primo esame e verifica di detti materiali e per i prelievi di campioni per le prescritte prove di resistenza.

Gli organi tecnici dell'Amministrazione hanno la facoltà di far eseguire dette prove, che sono a completo carico dell'Impresa, nel numero che riterranno opportuno e di rifiutare, in tutto o in parte, i materiali approvigionati a seconda dell'esito di dette verifiche senza che l'Impresa possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di consegna.

Accettati regolarmente i materiali si potrà procedere alla loro lavorazione e quindi, se gli organi tecnici dell'Amministrazione lo richiederanno, al montaggio provvisorio delle parti in officina.

L'impresa dovrà successivamente informare gli organi tecnici dell'Amministrazione per le opportune verifiche dei materiali lavorati e per la loro pesatura, che saranno eseguite anche esse in officina, il tutto a spese dell'Impresa stessa.

Tutte le prove ed accettazioni provvisorie da parte degli organi tecnici dell'Amministrazione non esonerano l'Impresa dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita delle opere, né dall'obbligo di sostituire o riparare tutti i materiali che manifestino difetti o guasti di qualsiasi genere e ciò anche dopo il montaggio e sino al collaudo favorevole.

Il ferro e gli altri metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori



eseguiti con un diametro di almeno 4 mm inferiore al definitivo ed allargati poi mediante trapano o alesatoio.

Le saldature autogene, eseguite in preferenza elettricamente, dovranno corrispondere alle prescrizioni del Registro Navale Italiano ed essere accuratamente ripulite e spianate a superficie piana se in vista, specie nelle opere rifinite (ringhiere, cancellate, infissi, ecc.); saranno ammesse con cordolo grezzo negli altri casi.

I tagli potranno eseguirsi normalmente con la cesoia; ma se in vista dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedono, con una ripassatura alla mola.

Fanno carico all'Impresa per la posa in opera, gli oneri del trasporto, scarico, tiro in alto e qualsiasi opera provvisoria occorrente.

La posa in opera suddetta è, di regola, compresa e compensata con i mezzi previsti in elenco per le opere in ferro od altro metallo.

Le ringhiere e simili opere da fabbro dovranno presentare i regoli in perfetta composizione ed i tagli delle connessioni, per gli elementi incrociati, corrispondere perfettamente senza discordanza di sorta.

#### **14 MARCIAPIEDI E CIGLI**

I sottofondi per marciapiedi, da pavimentare con pietrini comuni o carrabili o con mattonelle secondo le norme prescritte per le pavimentazioni in genere, saranno in calcestruzzo dello spessore di 8 cm disteso su un piano ben battuto e costipato, e da un sovrastante strato di malta per la regolarizzazione del piano. La pavimentazione dei marciapiedi potrà essere costituita anche da uno strato di conglomerato bituminoso dello spessore non inferiore a 2 cm.

I cigli per marciapiede, potranno essere costituiti:

- di conglomerato cementizio dosato con q. 3 di cemento per ogni metro cubo di c.c., delle dimensioni di cm 25x15, in pezzi opportunamente sagomati ed armati, posti su fondazione delle dimensioni minime di cm 30x30 in calcestruzzo; sono compresi oltre la fondazione suddetta, anche lo scavo, il ricavo di passi carrai, la stuccatura a cemento dei giunti ed ogni altra opera necessaria;
- di travertino o pietra simile proveniente da cave locali o da quelle di impiego usuale nella zona, lavorato a martellina fine, delle dimensioni minime come sopra, compresa fondazione e gli altri oneri precedentemente indicati;
- di travertino o pietra simile c.s.; ma in lastre dello spessore minimo di 5 cm ed altezza non inferiore a 20 cm, compresa fondazione e gli altri oneri sopra indicati.

In ogni caso la finitura dovrà essere uniforme con le preesistenze.

#### **15 OPERE DI SISTEMAZIONE A VERDE**

Tutte le aree destinate a verde dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale, adottando specie caratterizzate da un potente apparato radicale e idoneo a formare una stabile copertura vegetale. Ogni impianto di giardinaggio dovrà essere eseguito su terreno vegetale.



L'esecuzione del prato verde comprende la sistemazione superficiale, la vangatura profonda e la concimazione, la rastrellatura, la semina, la rullatura e l'innaffiamento.

Per quanto riguarda le piantagioni, le conifere e le latifoglie dovranno essere poste in sito in buca grande conforme alla relativa pianta (di solito circa 1 m<sup>3</sup>) previo drenaggio per terreni impermeabili. La buca verrà riempita di terreno vegetale concimato, e, a riempimento avvenuto, la pianta verrà opportunamente ancorata ed il terreno annaffiato.

Per le siepi e bordure valgono le prescrizioni precedenti salvo che lo scavo sarà a fosso continuo di dimensioni adeguate alle piante che vi debbono essere collocate.

## **16 SEGNALETICA VERTICALE**

### **16.1 GENERALITA'**

Tutti i materiali di segnaletica stradale verticale ed accessori oggetto della presente fornitura dovranno essere rigorosamente conformi alle tipologie, dimensioni, misure, scritte, simboli e colori di cui:

- al D.P.R. 16.12.1992, n. 495 recante il "Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada", con le modifiche e le integrazioni apportate dal D.P.R. 16.09.1996, n. 610;
- al Decreto del Ministero dei LL.PP. del 31.03.1995 di "Approvazione del Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali", pubblicato sulla G.U.R.I., n. 106 del 09.05.1995.

Detti materiali dovranno essere realizzati in conformità alla norma UNI EN ISO 9001/2000. La ditta dovrà fornire una dichiarazione impegnativa relativa ai prodotti impiegati, corredata di certificati ufficiali di analisi o copie conformi, rilasciate da riconosciuti Istituti Specializzati, che dovrà di norma contenere:

- 1) i nomi commerciali, gli eventuali marchi di fabbrica, i tipi e le caratteristiche tecniche dei prodotti che verranno utilizzati per la fornitura;
- 2) i metodi e i cicli impiegati per la lavorazione dei segnali presso i laboratori di proprietà del costruttore;
- 3) la descrizione e l'ubicazione delle attrezzature impiegate dalla ditta costruttrice per la realizzazione dei segnali.

La dichiarazione impegnativa vincola l'Impresa alla fornitura di materiali conformi ai tipi, alle caratteristiche ed ai marchi di fabbrica in essa indicati. Pertanto non saranno accettati altri prodotti in luogo di quelli dichiarati ed ove venga accertata la fornitura di materiali diversi da quelli citati nella dichiarazione impegnativa, si darà luogo all'immediato annullamento del contratto.

### **16.2 CARATTERISTICHE TECNICHE E PRESTAZIONI PER LE PELLICOLE RINFRANGENTI**

I produttori delle pellicole retroriflettenti devono tenere a disposizione di qualsiasi ente interessato i certificati di conformità delle stesse rilasciati da uno dei laboratori elencati ai sensi del D.M. 31 Marzo 1995 e successive modificazioni.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di cinque anni.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito a:

- pellicole retroriflettenti colorate in origine;
- pellicole serigrafate;
- pellicole stampate con tecnologia digitale;
- pellicola trasparente colorata (in alternativa o combinazione con la serigrafia);
- materiale nero per iscrizioni e simboli in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato:

- il nome e la casa produttrice dell'inchiostro utilizzato;
- il nome e produttore della pellicola colorata (in alternativa o combinazione con la serigrafia);
- il nome ed il produttore della pellicola nera usata per le iscrizioni e simboli Il Ministero dei Trasporti ha la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore o dal distributore delle pellicole.

Ove dagli accertamenti effettuati dovessero risultare valori inferiori ai minimi prescritti o prove tecnologiche non superate, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti provvederà a darne comunicazione a tutti gli enti interessati.

### 16.3 PELLICOLA DI CLASSE 1

Le pellicole di classe 1 a normale risposta luminosa con durata di 7 anni devono avere un coefficiente areico di intensità luminosa ( $R'$ ) rispondente ai valori minimi prescritti nelle tabelle del D.M. 31/03/1995 e devono mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui nelle tabelle del D.M. 31/03/1995. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

### 16.4 PELLICOLA DI CLASSE 2

Le pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni devono avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nelle tabelle del D.M. 31/03/1995 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella del D.M. 31/03/1995.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

### 16.5 PELLICOLA DI CLASSE 2 MICROPRISMATICA AD ALTISSIMA RISPOSTA LUMINOSA

Le pellicole di classe 2 microprismatiche ad altissima risposta luminosa devono rispettare, oltre alle caratteristiche prestazionali previste al paragrafo precedente, anche quelle stabilite dalla Norma UNI 11122 nel prospetto A1 per le pellicole retroriflettenti e nel prospetto A2 per quanto riguarda le pellicole fluororifrangenti.

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 tabella del D.M. 31/03/1995.

La ditta aggiudicataria, per quanto concerne le pellicole aventi caratteristiche riportate in questo paragrafo, qualora vengano dichiarate prestazioni supplementari, dovrà presentare un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31/03/1995 oltre alla relativa certificazione di conformità per pellicole di classe 2 come previsto dal suddetto D.M..

Qualora tali documenti fossero scritti in lingua straniera, essi dovranno essere tradotti in lingua Italiana e giurati da traduttore iscritto negli appositi elenchi del Tribunale. Le documentazioni dovranno essere rilasciate in copia identificata in originale dal produttore delle pellicole stesse, riportanti gli estremi della ditta partecipante, data di rilascio non antecedente alla data della lettera d'invito e da un numero d'individuazione.

### 16.6 CERTIFICAZIONI

Per i segnali sono richieste le seguenti certificazioni ovvero requisiti:

- Copia conforme del certificato di conformità del segnale finito ai sensi delle Circolari n. 3652 del 14/06/1998 e n. 1344 dell'11/03/1999;
- Stampigliatura dei segnali: a tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità a quanto disposto al punto 7 dell'art.77 del D.P.R. n.495 del 16/12/1992, non dovranno occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup>:
  - "Nome dell'Ente appaltante";
  - marchio della ditta che ha fabbricato il segnale;
  - anno di fabbricazione;
  - estremi relativi al rilascio della certificazione di conformità del prodotto finito ai sensi della Circolare n. 3652 del 17.06.1998;
  - estremi dell'ordinanza di apposizione dell'Ente appaltante, per la segnaletica di prescrizione.
- Copia conforme del certificato di qualità rilasciato da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9000 al produttore della segnaletica verticale.

Per le pellicole sono richieste le seguenti certificazioni ovvero requisiti:

- Copia conforme del certificato di conformità nel quale risulta la rispondenza della pellicola

rifrangente:

- classe 1;
- classe 2;
- classe 2 microprismatica ad altissima risposta luminosa;

che sarà usata nella realizzazione dei segnali stradali, con caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Ministero dei LL. PP. con D.M. del 31/03/1995 e nel caso delle pellicole di classe 2 microprismatica ad altissima risposta luminosa anche alla norma UNI 11122 prospetto A1 e/o A2. Sulle pellicole dovrà essere riconoscibile a vista un contrassegno contenente il marchio del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" (possono essere espresse in lingua inglese) rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2 e classe 2 microprismatica ad altissima risposta luminosa. Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. n. 16 Dicembre 1992, n. 495 e successive modifiche di cui al D.P.R. n. 610 del 16/9/96 ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

#### 16.7 CARATTERISTICHE TECNICHE

I supporti metallici devono essere realizzati in lamiera di alluminio con un titolo di purezza non inferiore al 99,5% e uno strato di cottura semicrudo, denominazione UNI EN 573-3 (Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati - Parte 3: Composizione chimica e forma dei prodotti) e UNI EN 485-2 (Alluminio e leghe di alluminio - Lamiere, nastri e piastre - Parte 2: Caratteristiche meccaniche) (1050 A - H/24 o H14).

Gli stessi possono essere realizzati anche in lamiera di ferro, tipo FE P01 MA per stampaggio, con caratteristiche fisiche, forma e tolleranze dimensionali stabilite nella norma UNI EN 10131 (Prodotti piani laminati a freddo, non rivestiti e rivestiti con zinco o con zinco-nichel per via elettrolitica, di acciaio a basso tenore di carbonio e ad alto limite di snervamento, per imbutitura e piegamento a freddo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma) e UNI EN 10130 (Prodotti piani laminati a freddo, di acciaio a basso tenore di carbonio per imbutitura o piegamento a freddo - Condizioni tecniche di fornitura).

Indipendentemente dalle caratteristiche prestazionali, i supporti devono avere i seguenti spessori minimi, fino a 3 m<sup>2</sup> di superficie:

- Alluminio 25/10;
- Ferro 10/10.

oltre 3 m<sup>2</sup> di superficie:

- Alluminio 30/10;
- Ferro 10/10.

In funzione della larghezza della lamiera, devono essere rispettate le norme UNI EN 485-4 (Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Tolleranze dimensionali e di forma dei prodotti laminati a freddo) e sia per le leghe di alluminio che laminati di leghe di alluminio e UNI EN 10131 (Prodotti piani laminati a freddo, non rivestiti e rivestiti con zinco o con zinco-nichel per via elettrolitica, di acciaio a basso

tenore di carbonio e ad alto limite di snervamento, per imbutitura e piegamento a freddo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma).

Devono necessariamente essere rispettate le tolleranze e dovranno essere solo positive, ossia uguali o maggiori di 0 (in deroga a quanto previsto dalla normativa UNI EN 485-4 e UNI EN 10131).

Le dimensioni dei segnali verticali di forma standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 1 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495.

Le dimensioni dei segnali verticali non standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 7 del sopramenzionato D.P.R..

La massima tolleranza ammissibile sulla misura utile della faccia del segnale deve essere:

- di 8 mm per i segnali con lato inferiore ai 900 mm di lato;
- dell'1% per tutti i prodotti contemplati nel presente paragrafo di dimensione superiore ai 900 mm di lato.

I supporti, siano essi realizzati in alluminio oppure in ferro, devono avere un bordo di tipo E2, secondo la classificazione riportata nel prospetto 2 della norma UNI EN 12899-1; tali bordi, che non devono avere soluzione di continuità, (fatti salvi i segnali composti, nei punti di giunzione), devono avere le seguenti dimensioni minime:

- Supporti fino a 3 mq: 15 mm;
- Supporti superiori a 3 mq: 20 mm;
- La tolleranza accettata è: +/- 2 mm.

Il raggio di curvatura dovrà essere realizzato nel rispetto della norma UNI-EN 12899-1 ovvero:

- R=10 mm supporti inferiore a 3 mq;
- R=40 mm supporti superiore a 3 mq;
- Tolleranza +/- 2 mm.

Per motivi antinfortunistici il bordo del supporto non deve presentare pericoli di taglio.

Il produttore garantirà la rispondenza del colore alla scala RAL 7016 ed inoltre le seguenti caratteristiche:

- spessore del rivestimento protettivo: pari ad un minimo di 40 micron sulla superficie anteriore e 60 micron sulla superficie posteriore;
- adesione della vernice al supporto: UNI 9240 (Mobili - Determinazione dell'adesione delle finiture al supporto mediante prova di strappo) i valori dello sforzo allo strappo sono compresi tra 1 e 1,5 N invecchiati ed i 4 e 4,5 N per i supporti nuovi e UNI EN ISO 2409 (Pitture e vernici - Prova di quadrettatura);
- elasticità dello stato della vernice: UNI EN ISO 1519 (Pitture e vernici - Prova di piegatura (mandrino cilindrico)). Resistenza della vernice alla screpolatura e al distacco quando sottoposto a piegamento su mandrino. Screpolature formate dopo ripetute piegature del provino con mandrini diametro 5,5 mm sui supporti nuovi e 8 mm sui vecchi denotano buona elasticità;
- durezza dello stato di verniciatura: UNI EN 9395 (Prodotti vernicianti. Prova di resistenza alla rigatura (metodo della penna)). Valori H - 2H;
- resistenza all'impatto: UNI EN ISO 11890-1 (Pitture e vernici - Determinazione del contenuto di

- composti organici volatili (VOC) - Parte 1: Metodo per differenza). Nessun distacco del rivestimento fino alla caduta di un peso di kg. 0,9 da 30/60/90 cm di altezza;
- resistenza alla corrosione: UNI ISO 9227 (Prove di corrosione in atmosfere artificiali - Prove in nebbia salina) e UNI EN ISO 21227-3 (Pitture e vernici - Valutazione dei difetti di superfici verniciate mediante elaborazione digitale dell'immagine - Parte 3: Valutazione della delaminazione e della corrosione in prossimità di un'incisione). Su alluminio nessuna ossidazione dopo 500 ore e su ferro ossidazione pellicolare max 0,5 mm;
  - prova del ciclo di umidità: UNI 8744 (prodotti vernicianti. Prova di resistenza anticorrosione in camera umidostatica al 100% di umidità relativa);
  - resistenza al colpo di pietra (gravellometro): concentra il colpo di pietra su una superficie minore rispetto alla prova di resistenza all'impatto. Proietta graniglia metallica ad alta pressione contro il supporto verniciato. Sottoposto a condizionamento in nebbia salina per 96 ore, asciugatura e nuova proiezione di graniglia (da quantificare);
  - gloss (unità di misura della brillantezza): UNI EN 2813 (Pitture e vernici - Determinazione del valore di brillantezza a 20 gradi, a 60 gradi e 85 gradi). Il risultato minimo accettabile è compreso tra 55 e 60 gloss;
  - prove di imbutitura: UNI EN ISO 20482 (Materiali metallici - Lamiere e nastri - Prova di imbutitura Erichsen). Si intende la profondità espressa in millimetri necessaria al punzone per fare apparire un'incrinatura che interessi tutto lo spessore del provino:
    - Acciaio nuovo: i.e. = 10,25;
    - Acciaio invecchiato: i.e.= 10,70;
    - Alluminio nuovo: i.e. = 12,65;
    - Alluminio invecchiato: i.e. 11,65.
  - resistenza all'abrasione.

La canaletta semplice deve avere al minimo quattro punti di saldatura se realizzati in alluminio e 6 punti se in ferro ed è un elemento a forma di omega, stampato, realizzato con asolature ed intagli che permettano l'ancoraggio a tutte le tipologie di sostegni, con tutte le controstaffe da 1 a più bulloni e dovrà essere realizzata per velocizzare il montaggio con un sistema tale da permettere la non rotazione del bullone standard da mm 8 testa mm 13; la canaletta deve avere altezza tale da permettere l'ancoraggio al sostegno senza intaccare il bordo del segnale; lo sviluppo minimo della canaletta semplice dovrà essere in lunghezza di mm 145 e larghezza mm 66 per alluminio e ferro con spessore di:

- Alluminio: minimo 20/10;
- Ferro: minimo 10/10.

Il rinforzo semplice dovrà:

- avere un'altezza che permetta l'ancoraggio al sostegno senza intaccare il bordo del segnale;
- impedire mediante appositi accessori la rotazione dei bulloni di almeno mm 8 con testa da 13 mm;
- per motivi antinfortunistici i punti di tranciatura o intaglio non devono presentare pericoli di taglio;

- per sicurezza il rinforzo semplice dovrà essere dotato di un sistema che impedisca dopo l'installazione lo scorrimento orizzontale.

Elemento a doppia piega con funzione di permettere l'ancoraggio del supporto segnaletico; il rinforzo dovrà inoltre conferire rigidità al supporto segnaletico e per una facilità di montaggio il rinforzo semplice non dovrà avere interassi fissi e l'installazione dovrà essere libera mediante scorrimento per almeno l'85% della lunghezza complessiva della base del segnale (fatta eccezione per dischi, triangoli, ottagonali e frecce). I punti di adesione del rinforzo con la superficie del supporto devono essere a non più di 30 mm dal bordo del rinforzo e ripetuti ogni 160 mm, come requisito minimo.

Il rinforzo speciale dovrà:

- avere un'altezza che permetta l'ancoraggio al sostegno senza intaccare il bordo del segnale;
- impedire mediante appositi accessori la rotazione dei bulloni da 10 mm con testa da 17 mm;
- per motivi antinfortunistici i punti di tranciatura o intaglio non devono presentare pericoli di taglio;
- per sicurezza il rinforzo speciale dovrà essere dotato di un sistema che impedisca dopo l'installazione lo scorrimento orizzontale;
- il rinforzo speciale si differenzia dalla traversa di giunzione solo dalle asolature laterali atte al fissaggio della traversa stessa con apposito accessorio.

Il rinforzo speciale ha lo scopo di permettere l'ancoraggio del supporto segnaletico alla traversa di giunzione e da questi al sostegno (palo). Inoltre per facilità di montaggio il rinforzo speciale e la traversa non dovranno avere interassi fissi, dovrà essere libera l'installazione mediante scorrimento per almeno l'85% della lunghezza del singolo segnale.

Come requisito minimo i punti di adesione del rinforzo con la superficie del supporto devono essere a non più di 30 mm dal bordo del rinforzo e ripetuti ogni 160 mm.

Gli spessori di canalette e rinforzi in funzione dei materiali ovvero del peso per unità di lunghezza sono i seguenti:

- Canaletta:
  - alluminio 20/10
  - ferro 10/10
- Rinforzo semplice:
  - alluminio 25/10                      kg. 0,60 mt lineare
  - ferro 10/10 kg.                      0,70 mt lineare
- Rinforzo speciale:
  - alluminio 25/10                      kg. 0,84 mt lineare

Per le relative tolleranze vedere nei paragrafi precedenti.

La misura massima di un cartello realizzato in pezzo unico deve essere di 3.000 mm x 1.500 mm.

Tenendo conto della dimensione di riferimento suddetta, il segnale dovrà essere costruito in più pezzi nel rispetto del numero minimo di elementi assemblabili.

Nei casi in cui entrambe le misure superino i 3.000 mm le parti assemblate dei segnali non potranno

essere tutte di uguale dimensione e non vi potranno essere più di 2 tipi di misure differenti nella composizione dello stesso.

I punti di giunzione nei segnali assemblati non dovranno essere superiori al numero di 3.

Per tutti i segnali in più pezzi è consigliata la giunzione orizzontale fino a supporti con base inferiore o uguale a mt. 3,00.

È obbligatoria la giunzione verticale in tutti i cartelli ad utilizzo autostradale.

Per tutti i cartelli aventi giunzione verticale è obbligatorio montare le traverse di giunzione.

Per permettere un accoppiamento perfetto dei singoli pezzi, l'angolare dovrà essere applicato al segnale in modo da avere una sporgenza interna ed una esterna rispetto al bordo, lasciando tra le due misure un minimo di tiraggio.

Fatti salvi i prodotti previsti all'art. 80 comma 1, tutti gli altri prodotti dovranno rispettare i seguenti sistemi di attacco:

- per misure inferiori o uguali a 200 mm di altezza impiego di due canalette o due rinforzi;
- per misure superiori a 200 mm di altezza impiego di almeno due rinforzi, i quali dovranno essere posizionati con interasse 500 mm e distanza dal bordo max 250 mm.

## 16.8 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

I supporti, provvisti delle parti addizionali di rinforzo, non devono avere foratura alcuna così come indicato al punto 5.1.2 della norma UNI EN 12899-1, Tabella 1, Classe P3, "La faccia del segnale non dovrà essere forata per alcun motivo", in modo permanente.

I supporti devono rispondere alle caratteristiche minime di resistenza al vento come indicato al punto 5.3.2.1 della norma UNI EN 12899-1, Prospetto 13, Classe WL7.

I supporti devono rispondere alle caratteristiche minime di resistenza ai carichi concentrati come indicato al punto 5.3.2.3 della norma UNI EN 12899-1, Prospetto 14, Classe PL1.

I supporti devono rispondere alle caratteristiche minime di resistenza al carico dinamico come indicato al punto 5.3.2.3 della norma UNI EN 12899-1, Prospetto 15, Classe DSLO Nessuna prestazione determinata.

I supporti e i sostegni devono avere una flessione temporanea massima come indicato al punto 5.3.3.1 della norma UNI EN 12899-1, Prospetto 16, Classe TDB6.

La flessione permanente massima non deve superare il 20% della classe pertinente specificata nel prospetto 16, qualunque sia applicabile, come appropriato.

Il trattamento superficiale dei supporti deve essere conforme a quanto previsto nella norma UNI EN 12899-1, punto 5.3.5, Prospetto 18, Classe SP1.

I punti di saldatura, eseguiti a regola d'arte, devono raggiungere alla prova di strappo i seguenti valori minimi:

- 4800 N per il ferro
- 3400 N per alluminio.

Il metodo di prova devono avvenire secondo il punto 6.7 della norma UNI EN 12899-1.



## 16.9 MARCHIATURA ED INFORMAZIONI DI PRODOTTO

Le informazioni a corredo del prodotto fanno riferimento a quanto stabilito nella norma europea EN 12899-1 ed ai documenti di revisione di tale Norma.

Il fabbricante dovrà fornire le seguenti informazioni. Qualora queste non possano essere stampate sul prodotto, dovranno essere presenti nella documentazione commerciale di accompagnamento o dovrà esserci il riferimento di richiamo alla documentazione tecnica fornita in tempi antecedenti.

In questa eventualità ci dovrà essere un codice di identificazione del prodotto sul prodotto stesso.

I segnali ultimati dovranno essere contrassegnati in modo chiaro ed intellegibile sul retro con le seguenti informazioni:

- La classificazione di prestazione inerente al prodotto;
- Il mese e le ultime 2 cifre dell'anno di produzione;
- Il nome, il marchio ed altri strumenti di identificazione del fabbricante o del fornitore qualora non compaia il produttore.

Oppure in alternativa, sul retro dei segnali dovrà essere indicato

- L'Ente proprietario della strada;
- Il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale;
- L'anno di fabbricazione;
- Gli estremi della Determinazione Dirigenziale di approvazione della fornitura.

Inoltre ai sensi della Circolare n. 3652 del 17.06.1998 dovrà essere riportato il marchio dell'organismo di certificazione ed il relativo numero di certificato di conformità del prodotto rilasciato. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup>.

## 16.10 DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

Qualora sia ottenuta la corrispondenza con le condizioni espresse da questa specifica tecnica, il corpo preposto alla certificazione del prodotto, dovrà redigere un certificato di rispondenza, che conferisca al fabbricante il diritto ad affiggere la marchiatura indicata nei paragrafi precedenti.

Suddetto certificato dovrà includere:

- nome, indirizzo e numero d'identificazione dell'organismo di certificazione;
- nome ed indirizzo del fabbricante, oppure di un suo rappresentante autorizzato stabilito nella Comunità europea, insieme al luogo di produzione;
- descrizione del prodotto (tipo, identificazione, uso, ...);
- disposizioni alle quali il prodotto è conforme;
- condizioni particolari applicabili all'uso del prodotto stesso (si vedano le disposizioni per l'uso sotto determinate condizioni);
- il numero del certificato;
- le condizioni ed il periodo di validità del certificato, laddove applicabile;
- il nome e la posizione occupata dalla persona con la facoltà di firmare il certificato stesso.

Suddetta dichiarazione dovrà essere accompagnata da un certificato di controllo di produzione, il quale

dovrà a sua volta contenere, in aggiunta alle informazioni sopra indicate, quanto segue:

- nome ed indirizzo dell'Ente Certificatore;
- il numero del certificato di controllo della produzione;
- le condizioni e il periodo di validità del certificato stesso, laddove applicabile;
- nome e posizione occupata dalla persona che ha facoltà di firmare il certificato stesso.

La sopra menzionata dichiarazione ed il certificato dovranno venire redatti nella lingua Italiana.

### 16.11 IDENTIFICAZIONE DEL PRODOTTO

Il prodotto dev'essere chiaramente identificabile tramite le informazioni di cui al paragrafo della "Marchiatura ed Informazioni del Prodotto", tali indicazioni devono essere riportate in maniera permanente, non asportabile ed indelebile per tutta la vita utile del segnale.

In aggiunta alle informazioni di cui sopra possono essere utilizzati sistemi di identificazione complementari ed integrativi, in grado di contenere informazioni supplementari ed integrative, di ausilio nella gestione del segnale. Questi sistemi non devono confondersi con la marcatura prevista.

## 17 SEGNALETICA ORIZZONTALE IN VERNICE

### 17.1 GENERALITA'

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee 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.

### 17.2 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° C, il tempo di essiccazione, la viscosità, la percentuale di pigmento, la percentuale di non volatile, il peso di cromato di piombo o del biossido di titanio, il tipo di solvente da usarsi per diluire, la quantità raccomandata per l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta si dovranno annotare i seguenti dati.

- descrizione;
- ditta produttrice;
- data di fabbricazione;
- numerosità e caratteristiche della partita;
- contrassegno;
- luogo del prelievo;

- data del prelievo;
- firme degli incaricati.

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

- viscosità: un intervallo di 5 unità Krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche.
- peso per litro: 0,03 kg in più o in meno.

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

### 17.3 CARATTERISTICHE 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 la 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.

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 nè diventare gelatinosa o ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore, senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola, a dimostrare le caratteristiche desiderate in ogni momento, entro sei mesi dalla data di consegna.

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 m<sup>2</sup>/kg (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 kg per litro a 25° C (ASTM D 1473).

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 al parametro determinato secondo il metodo indicato nella norma UNI EN 1423.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5-5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di 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 A.S.T.M. % 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%

La vernice dovrà essere adatta 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.

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 kg/ml di striscia larga 12 cm e di 1,00 kg per superfici variabili di 1,3 m<sup>2</sup> e 1,4 m<sup>2</sup>.

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15°C e 40°C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-40 minuti dell'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 essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo stormer viscosimeter a 25°C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562).

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.

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 ed il 45% in peso (FTMS 141a-4021.1).

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 12% in peso.

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

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 75% 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 45.

#### 17.4 SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA

Il materiale in oggetto sarà costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo, rimovibile per utilizzo temporaneo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad elevato potere antisdrucchiolo e di microsferi ad alto indice di rifrazione tale da conferire al laminato stesso ottime proprietà retroriflettenti.

La resina poliuretana, presente nella parte superiore del prodotto, dovrà assicurare un perfetto e durevole ancoraggio delle microsferi e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere che assicura un'elevata resistenza alla spinta torsionale esercitata dai veicoli, soprattutto, una facile e perfetta rimovibilità del laminato dalla pavimentazione.

Il colore giallo sarà ottenuto utilizzando esclusivamente pigmenti organici.

Detto laminato dovrà risultare quindi sia riciclabile che distruttibile come rifiuto atossico; conforme alle normative europee sull'ambiente, considerato "prodotto non inquinante".

L'adesivo posto sul retro del preformato, dovrà permettere una facile e rapida applicazione del prodotto pur garantendone la non alterazione anche sotto elevati volumi di traffico.

Appena applicato, il laminato è immediatamente transitabile.

Il laminato oggetto della presente specifica dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza RL espressi in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente ( $\text{mcd}/\text{m}^2 \times \text{lux}$ ):

- retroriflettenza 600  $\text{mcd}/\text{lux} \times \text{m}^2$  (geometria Ecolux)
- antiscivolosità 55 SRT
- spessore 1,5 mm

I valori indicati sono del tipo Ecolux ma si potranno adottare anche i requisiti CEN derivanti dalla norma UNI EN 1436.

Per il suddetto materiale dovranno essere presentati certificati di antiscivolosità, rifrangenza di cui al presente disciplinare attestanti che il prodotto elastoplastico è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.

## 18 SOTTOSERVIZI

L'Impresa effettuerà, prima dell'inizio dei lavori, la ricerca, la localizzazione planimetrica ed altimetrica e la

salvaguardia da ogni rottura degli eventuali sottoservizi esistenti: cavi Telecom, Genio Militare, Nato, Sirti, Enel, condotte fognarie, idriche, metanodotto, ecc.

## **19 IMPIANTO ELETTRICO**

Per la qualità e provenienza dei materiali, per i modi di esecuzione dei lavori e per l'ordine da tenersi nell'andamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà operare in modo coordinato con le esigenze di transito per la esecuzione di sezionamenti e di tagli della sede stradale e per la programmazione degli interventi sulle reti di illuminazione pubblica esistenti senza che ciò possa essere causa di danni materiali e disservizi all'utenza.

I lavori dovranno essere eseguiti in base al programma, approvato dalla Direzione Lavori al fine di ridurre al minimo i disagi per l'interruzione della sede stradale e per il sezionamento della rete di illuminazione pubblica. Tale modo di procedere non potrà essere motivo di alcuna richiesta di compenso aggiuntiva da parte dell'Appaltatore.

L'accettazione di tutti i materiali, non sarà ritenuta definitiva fino alla consegna degli impianti con facoltà d'uso.

La Direzione Lavori avrà facoltà di rifiutare nei termini contrattuali della garanzia tutte quelle parti che risultassero deteriorate dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non fossero in perfetto di funzionamento e di conservazione.

Nel caso esistano sul mercato marche di materiali ed apparecchiature di qualità e/o prestazioni analoghe a quelle indicate in specifica, la scelta delle tipologie sarà demandata alla Direzione Lavori, che potrà comunque rifiutarle.

Materiali e apparecchiature dovranno essere di primaria marca, con caratteristiche di funzionamento conformi alle indicazioni della presente specifica tecnica.

I materiali accettati dovranno essere messi in opera a regole d'arte ottemperando a tutte le prescrizioni, le discipline ed avvertenze impartite dalla Direzione dei lavori.

Tutti i materiali impiegati sia meccanici o elettrici dovranno soddisfare gli standard previsti dalla normativa UNI vigente all'atto della esecuzione dei lavori

L'Appaltatore a sottoporre ad approvazione della Direzione dei Lavori i campioni o la documentazione tecnica riguardante le caratteristiche dei materiali ed apparecchiature prescelte, e tutta la manualistica dei materiali approvati dovrà costituire parte integrante della documentazione allegata al certificato di regolare esecuzione.

Durante l'esecuzione delle opere e prima della ultimazione dei lavori dovranno essere effettuate le verifiche e le prove sottoelencate:

- Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura dei materiali e delle apparecchiature concernenti gli impianti siano quantitativamente corrispondenti agli accordi contrattuali;
- Verifiche e prove sugli impianti elettrici intese ad accertare:
  - lo stato di isolamento dei circuiti;
  - la continuità elettrica dei circuiti;

- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni ;
- l'efficienza dei collegamenti di terra
- Prove di funzionamento di tutte le apparecchiature installate intese ad accertare la corretta operatività delle protezioni e delle apparecchiature secondarie di comando e controllo ed il livello di illuminamento nell'area dello svincolo.

Le modalità delle prove e delle verifiche saranno stabilite in modo preliminare dalla Direzione Lavori con mezzi e personale messi a disposizione dall'Appaltatore che sosterrà anche qualsiasi altro onere economico derivante dalla esecuzione delle prove stesse. Di ogni prova verrà redatto un apposito verbale. Resta inteso che l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari non esime l'Appaltatore dall'essere responsabile degli impianti fino al termine del periodo di garanzia.

L'Appaltatore sarà assoggettato al rispetto tutte le norme stabilite nella presente norma tecnica ed al rispetto degli oneri ed obblighi seguenti:

- la custodia e la buona conservazione di tutti i materiali presenti in cantiere con attività provvisoriale specifiche per i materiali posti in opera, nonché di altre realtà di impianto presenti all'interno del cantiere;
- fornire la mano d'opera comune e qualificata per l'esecuzione delle saldature, gli attrezzi e gli strumenti per rilievi, per i tracciamenti e per le misurazioni relative alle operazioni di consegna, di verifica, e di contabilità e di collaudo dei lavori;
- la fornitura di mano d'opera, assistenza tecnica, impalcature, ponti di servizio, attrezzi di qualsiasi genere e mezzi d'opera occorrenti all'esecuzione completa e perfetta di ogni singolo lavoro;
- la presentazione alla Direzione Lavori dei campioni di ogni tipo di materiale ed apparecchiature prescelte i quali saranno restituiti solo quando tutta la fornitura corrispondente agli stessi sarà stata accettata e posta in opera e dopo che sarà stato eseguito il collaudo. L'esecuzione degli impianti potrà avere corso solo dopo l'approvazione della Direzione Lavori dei locali campione e dovranno essere eseguiti in loro completa conformità;
- lo sgombero, a lavori ultimati, di ogni opera provvisoria, detriti, smontaggio di cantiere, ecc., entro il termine fissato dalla Direzione dei Lavori;
- dichiarare che le apparecchiature previste sono omologate come prescritto dalle vigenti leggi e regolamenti (U.N.I., C.E.I., ISPESL, ecc.).

### 19.1 CORPI ILLUMINANTI

Saranno di tipo stradale con elevata prestazione illuminotecnica, dovranno essere equipaggiati con ottica simmetrica interna a specchio riflettente al 99,9%, corpo in fusione di AL gruppo ottico in esecuzione stagna con grado di protezione IP66 e vano porta accessori elettrici in esecuzione IP43 completi di lampada ed accessori di accensione e rifasamento per lampade al sodio ad alta pressione di tipo tubolare della potenza indicata negli allegati elaborati grafici.

La tipologia dei corpi illuminanti dovrà essere diversificata in relazione ai tracciati illuminati adottando

caratteristiche specifiche illuminotecniche e geometrie differenti per le tipologie riportate negli elaborati di progetto.

## 19.2 PALI

Dovranno essere in acciaio di tipo conico elettrosaldati completi di riduzione in sommità per l'attacco del corpo illuminante a testa palo, delle lavorazioni necessarie per l'ingresso dei cavi, per l'alloggiamento della piastra di derivazione, di orecchiozza per il collegamento all'impianto di terra qualora i componenti elettrici siano isolati in di classe I.

I pali dovranno essere bitumati internamente ed esternamente per l'intera loro parte infissa, dovranno inoltre essere protetti localmente dalla corrosione in corrispondenza della sezione di incastro attraverso un rivestimento protettivo bituminoso.

Tutti gli steli indipendentemente dalla loro conformazione ed allestimento dovranno essere zincati a caldo e successivamente verniciati nei colori scelti dalla Direzione lavori previo trattamento catalizzatore delle vernici epossidiche.



## **PARTE 4**

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

#### **1 NORME GENERALI**

Per quanto riguarda i lavori e provviste che sono appaltati a misura, le quantità dei suddetti saranno determinati con metodi geometrici a misura o a peso, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi unitari.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dai disegni di progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e larghezze effettivamente superiori; solo nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato tali maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilità.

Le misure saranno prese in contraddittorio, man mano che si procederà all'esecuzione dei suddetti lavori, e riportate sul libretto delle misure, che sarà firmato dagli incaricati della Direzione dei Lavori e dall'Impresa.

