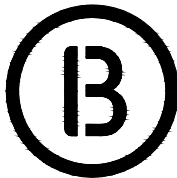


STUDIO ASSOCIATO BARBIERI - TAPPI

ARCH. ING. FILIPPO BARBIERI  
ARCH. LORENZO TAPPI  
info@studioassociatobarbieri.it  
studioassociatobarbieri@pec.it

VIALE OSSERVANZA 145  
47521 CESENA (FC)  
T/F +39 0547.611227



COMUNE DI CERVIA

GENNAIO 2026

Progetto

PdC relativo ad attuazione del progetto di prolungamento di Via delle Rose di cui alla determina dirigenziale n. 854 del 11/06/2024 da realizzarsi in quartiere Malva Nord, Via delle Rose e Via Maccanetto, Cap 48015, Cervia (RA)

Committente

COMUNE DI CERVIA  
RUP - ING. LUCA GIOVANNINI  
SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO

Progetto Architettonico

Timbro e firma progettisti

Arch. Ing. Filippo Barbieri  
Viale Osservanza 145, 47521, Cesena (FC)  
Iscritto all'Ordine degli Architetti di Forlì-Cesena al n.1271  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Forlì-Cesena al n.07/b  
CF: BRBFPP76L27C573L

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

ALLEGATO



Studio Associato Barbieri

## DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI COSTITUENTI IL PROGETTO

PFTE relativo ad attuazione del progetto di prolungamento di Via delle Rose di cui alla determina dirigenziale n. 854 del 11/06/2024 da realizzarsi in quartiere Malva Nord, Via delle Rose e Via Maccanetto, Cap 48015, Cervia (RA)

Soggetto Attuatore: COMUNE DI CERVIA  
RUP - ING. LUCA GIOVANNINI  
SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO

### *PARTE I^ QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE*

#### *Art. 1 - CARATTERISTICHE GENERALI – SCORPORI*

##### 41.1. CONDIZIONI DI ACCETTAZIONE

###### 41.1.0. Generalità

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni degli artt. 15, 16 e 17 del Capitolato Generale d'Appalto. Potranno essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una *norma armonizzata* o ad un *benessere tecnico europeo* come definiti dalla Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità Europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i *requisiti essenziali* allegati alla citata direttiva. 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 dei lavori, ne siano riconosciute l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti. 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 prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc., verrà effettuato in



## Studio Associato Barbieri

contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato. L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso. Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

### 41.1.1. Marchio CE

Nel caso in cui i materiali da costruzione debbano garantire il rispetto di uno o più *requisiti essenziali* di cui all'allegato A del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, gli stessi dovranno essere dotati di marcatura CE. Tale marcatura (art. 3, D.P.R.) sarà indice di:

- conformità alle norme nazionali che recepiscono *norme armonizzate* (i cui estremi sono riportati nella GUCE e nella GURI);
- conformità, nel caso non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione a beneficiare della presunzione di conformità;
- conformità al "*Benestare tecnico europeo*" di cui all'art. 5 del citato D.P.R.

L'*attestato di conformità* CE rilasciato da parte di un organismo riconosciuto o la *dichiarazione di conformità* rilasciata dal fabbricante o da un suo mandatario in rapporto alle procedure previste dall'art. 7 del D.P.R. n. 246/93, dovrà contenere gli elementi informativi particolarmente elencati all'art. 10 dello stesso decreto.

### 41.1.2. Materiali e prodotti per uso strutturale

I materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno rispondere ai requisiti indicati al Paragrafo II delle "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" approvate con D.M. 14 settembre 2005. In particolare dovranno essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;



## Studio Associato Barbieri

- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nelle superiori "Norme Tecniche";
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui in precedenza e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle stesse norme per misurarne le caratteristiche di cui sopra.

REQUISITI ESSENZIALI	
1	Resistenza meccanica e stabilità
2	Sicurezza in caso di incendio
3	Igiene, salute e ambiente

Nei casi in cui per i materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (modificato con D.P.R. 10 dicembre 1997, n. 499), ovvero la qualificazione secondo le superiori norme tecniche, la relativa *"attestazione di conformità"* dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori. Negli altri casi, l'idoneità sarà accertata attraverso le procedure stabilite dal Servizio Tecnico Centrale che dovranno essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste dalle superiori norme.

### 41.1.3. Materiali e prodotti pericolosi

Ai sensi del D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25, che richiama il precedente D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52, e s.m.i. sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti, malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita *"Scheda informativa di sicurezza"*.

### 41.2. SCORPORO DALL'APPALTO

L'Amministrazione si riserva la facoltà di scorporare dall'appalto determinati materiali e forniture, senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare richieste di speciali compensi, sotto qualunque titolo.

## **Art. 2 - MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI**

### 42.1. ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non aggressiva. Avrà un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%. Per gli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose ed in particolare: cloruri (Cl<sup>-</sup>) in concentrazione superiore a 500 mg/l per cementi armati precompressi e malte di iniezione, a 1000 mg/l per cementizi armati ordinari ed a 4500 mg/l per cementi non armati; solfati (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) in percentuali superiori a 2000 mg/l (prove 6.1.3. UNI EN 1008). Il contenuto di sodio equivalente dovrà essere ≤ 1500 mg/l e la concentrazione di sostanze chimiche (zucchero,



fosfati, nitrati, piombo) conforme al Prospetto 3 della norma citata. Infine il tempo di presa dei provini dovrà essere conforme a quanto previsto al punto 4.4 della norma. È vietato l'impiego di acqua di mare, salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità). Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione. Di contro l'impiego di acqua potabile non sarà soggetto ad alcuna analisi preventiva.

## 42.2. AGGREGATI PER MALTA

### 42.2.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta). Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche (v. punto 7.4 della norma), essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

### 42.2.1. Termini e definizioni

Ai fini della norma superiormente riportata, si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- *Dimensione dell'aggregato*: descrizione dell'aggregato come dimensioni dello staccio inferiore ( $d$ ) e superiore ( $D$ ).
- *Aggregato grosso*: aggregato la cui dimensione superiore  $D \geq 4$  mm e la cui dimensione inferiore  $d \geq 2$  mm.
- *Aggregato fine*: aggregato la cui dimensione superiore  $D \geq 4$  mm.
- *Fini*: frazione granulometrica di aggregato passante allo staccio di 0,063 mm.
- *Filler*: aggregato, in maggior parte passante allo staccio di 0,063 mm, aggiungibile ai materiali da costruzione per conferire determinate proprietà.

TAB. 4 - Aggregati per malte. Limiti di sopravaglio e sottovaglio

DIMENSIONI AGGREGATO	Limiti per la percentuale in massa del passante				
	Sopravaglio			Sottovaglio	
	2 $D$	1,4 $D$	$D$	$d$	0,5 $d$
0/1	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/2	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	-	-
0/8	100	da 98 a 100	da 90 a 99	-	-
2/4	100	da 95 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5
2/8	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5



#### 42.2.2. Granulometria

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 5 della norma della quale si riportano, nella Tab. 4, i limiti di sopra e sottovaglio. Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da passare

TAB. 5 - Filler. Requisiti granulometrici

DIMENSIONI STACCIO mm	Percentuale passante in massa
	Limiti per risultati singoli
2 0,125 0,063	100 da 85 a 100 da 70 a 100

attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2. Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1, non dovrà superare i limiti del Prospetto 4 della norma. La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10, dovrà soddisfare i limiti specificati nel Prospetto 3 della norma, parzialmente riportato nella Tab. 5.

#### 42.2.3. Requisiti fisici e chimici

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma. In particolare: il contenuto di ioni cloro idrosolubile non dovrà superare lo 0,15% (v. Appendice D) per la malta non armata e lo 0,06% per le malte contenenti elementi metallici (v. UNI EN 206-1, UNI EN 998-2, UNI EN 1744-1); il contenuto di zolfo totale dell'aggregato e dei filler, determinato in conformità della UNI EN 1744-1, non dovrà superare l'1%S in massa per aggregati naturali ed il 2%S in massa per scorie d'alto forno raffreddate in aria. Per quanto riguarda la durabilità e la reattività alcali-silice degli aggregati si rimanda al punto 7.6 ed all'Appendice D della norma.

#### 42.2.4. Designazione e descrizione

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione; b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.



## Studio Associato Barbieri

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dei granuli	SI/NPD
	Massa volumica dei granuli	SI
Pulizia	Contenuto in conchiglie	SI/NPD
	Fini	SI
	Cloruri	SI
Composizione e contenuto	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	SI
	Materiale idrosolubile	SI
Stabilità di volume (applicabile solo per aggregati industriali)		
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	SI
Sostanze pericolose: Emissione di radioattività (per aggregati derivanti da fonti radioattive destinati a calcestruzzo per edifici) Rilascio di metalli pesanti Rilascio di carbonio poliaromatico Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(1)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	SI/NPD
Durabilità alla reazione alcali-silice	Reattività alcali-silice	SI

**TAB. 6 a - Aggregati per malta UNI EN 13139. Aggregati. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)**

**TAB. 6 b - Aggregati per malta UNI EN 13139. Filler. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)**

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) FILLER		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	SI
	Granulometria	SI
	Forma dei granuli	SI/NPD
	Massa volumica dei granuli	SI
Composizione e contenuto	Cloruri	SI
	Solfato solubile in acido	SI
	Zolfo totale	SI
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta	SI
Pulizia	Contenuto in conchiglie	SI/NPD
	Fini	SI/NPD
Perdita al fuoco (solo per ceneri) (applicabile solo ad aggregati industriali)	Perdita al fuoco	SI
Assorbimento di acqua	Assorbimento di acqua	SI
Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(68)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	SI/NPD

### 42.2.5. Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE


Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario. Il simbolo di marcatura CE, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b.



Studio Associato Barbieri

TAB. 6 c - Marcatura CE per aggregati per malte sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni

	<b>Forma dei granuli</b> Valore dichiarato $\{F_1\}$			<b>Stabilità di volume</b> Limite di soglia $\{MS\}$	
	<b>Dimensione dei granuli</b> Classificazione $\{d_1\}$			passa/non passa	
	<b>Massa volumica dei granuli</b> Valore dichiarato $\{M_0\}$			<b>Assorbimento di acqua</b> Valore dichiarato $\{MA\}$	
	<b>Pulizia</b> Valore dichiarato $\{SC\}$			<b>Emissione di radioattività</b> Valori dichiarati come richiesto	
01234 (1)	Contenuto in conchiglie			<b>Rilascio di metalli pesanti</b> Limiti di soglia validi sul posto d'impiego	
Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 (2)	Qualità dei fini			<b>Rilascio di carbonio poliaromatico</b>	
02 (3)	Limite di soglia $\{MB, SE\}$			<b>Rilascio di altre sostanze pericolose</b> per esempio Sostanza X $0.2 \mu m^3$	
0123-CPD-0456 (4)	Categoria			<b>Durabilità al gelo-disgelo</b> Valore dichiarato $\{F_{gdp} MS\}$	
EN 13139	<b>Composizione/contenuto</b>			<b>Durabilità alla reattività alcali-silice</b> Valore dichiarato come richiesto	
Aggregati per malte	Cloruri Valore dichiarato $\{C\}$				
	Solfati solubili, n.acido Categoria $\{per esempio AS_{cl}\}$				
	Zolfo totale Limite di soglia $\{S\}$				
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento della malta				

#### 42.2.6. Sistema di attestazione di conformità

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2A e ZA 2b della norma UNI EN 13139, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di sicurezza e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

### 42.3. AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

#### 42.3.0. Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.1.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo). I materiali naturali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni. I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee ed organiche. La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e, per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale. È prescritto inoltre che per getti di fondazione o di forte spessore gli elementi di dimensione massima risultino passanti allo staccio con maglie di 63 mm. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.





#### 42.3.1. Granulometria

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parte, il Prospetto 2. Le dimensioni di un aggregato sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere  $D/d \geq 1.4$ .

#### 42.3.2

TAB. 7 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 12620

Forma dell'aggregato (a.g.)	AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale passante in massa					Categoria $G'$
			$2 D$	$1,4 D$	$D$	$d$	$d/2$	
La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di <i>indice di</i>	Grosso	$D/D \leq 2$ o $D \leq 11,2 \text{ mm}$	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 85 a 99 da 80 a 99	da 0 a 20 da 0 a 20	da 0 a 5 da 0 a 5	$G_{C85/20}$ $G_{C80/20}$
		$D/D \geq 2$ o $D \geq 11,2 \text{ mm}$	100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	$G_{C90/15}$
	Fine	$D \leq 4 \text{ mm}$ e $d=0$	100	da 95 a 100	da 85 a 99			$G_{F85}$
	Naturale 0/8	$D = 8 \text{ mm}$ e $d=0$	100	da 98 a 100	da 90 a 99			$G_{N490}$
	Misto	$D \leq 45 \text{ mm}$ e $d=0$	100 100	da 98 a 100 da 98 a 100	da 90 a 99 da 85 a 99			$G_{A90}$ $G_{A85}$

*appiattimento* (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di *indice di forma* (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie " $F'$ " e " $S'$ " di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

#### 42.3.3. Resistenza alla frantumazione (a.g.)

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria " $LA$ ") ed al valore d'urto (categoria " $SZ$ ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

#### 42.3.4. Resistenza all'usura (a.g.)

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval  $MDE$ ) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

#### 42.3.5. Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità " $VL$ ") ed all'abrasione (valore dell'abrasione " $AAV$ ") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.



#### 42.3.6. Riferimento a norme UNI

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati, utile riferimento potrà comunque essere fatto anche alle norme sotto riportate delle quali, nella Tab. 8, si riporta una sintesi.

UNI 8520-1 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizioni, classificazione e caratteristiche.

UNI 8520-2 - Idem. Limiti di accettazione.

**TAB. 8 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti e limiti di accettazione secondo UNI 8520-2**

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova
	A	B	
	Valori limite		
Esame petrografico	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa. Miche e scisti xillini come minerali accessori $\leq 1\%$	Accettata silice amorfa solo come impurit�. Miche e scisti xillini come minerali accessori $\leq 2\%$	Parte 4 <sup>a</sup>
Contenuto di solfati		$SO_3 \leq 0,20\%$	Parte 11 <sup>a</sup>
Contenuto di cloruri solubili	$Cl^- \leq 0,05\%$	$Cl^- \leq 0,10\%$	Parte 12 <sup>a</sup>
Massa volumica e assorbimento superficiale	$MV \geq 2400 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 5\%$ per calcestruzzi impermeabili	$MV \geq 2200 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 10\%$	Parte 13 <sup>a</sup> e 16 <sup>a</sup>
Equivalente in sabbia e valore di blu	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini	$70 \leq ES \leq 80$ $VB \leq 1,0 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini.	Parte 15 <sup>a</sup>

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova
	A	B	
	Valori limite		
Resistenza a compressione	$R \geq 100 \text{ N/mm}^2$	$R \geq 80 \text{ N/mm}^2$	Parte 17 <sup>a</sup>
Coefficienti di forma e di appiattimento	$C_i \geq 0,15 (D_{max} = 32 \text{ mm})$ $C_f \geq 0,12 (D_{max} = 64 \text{ mm})$	–	Parte 18 <sup>a</sup>
Perdita di massa per urto e rotolamento	$LA \leq 30\%$ coefficiente di abrasione "Los Angeles".	$LA \leq 40\%$	Parte 19 <sup>a</sup>
Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	$\Delta LA \leq 4\%$ dopo 20 cicli.	–	Parte 20 <sup>a</sup>
Poteniale reattivit� in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta $\leq 0,08\%$ a 3 mesi $\leq 0,10\%$ a 6 mesi		Parte 22 <sup>a</sup>

#### 42.3.7. Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovr  contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.



## Studio Associato Barbieri

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica dei granuli	Dimensione dell'aggregato	Si
	Granulometria	Si
	Forma dell'aggregato grosso	Si/NPD
Pulizia	Massa volumica dei granuli e assorbimento acqua	Si
	Contenuto in conchiglie nell'aggregato grosso	Si/NPD
	Polveri	Si
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	Si (75)
Resistenza alla levigabilità/abrasione/usura	Resistenza alla usura dell'aggregato grosso	Si (76)
	Resistenza alla levigabilità	Si/NPD
	Resistenza all'abrasione superficiale	Si (77)
	Resistenza all'abrasione da pneumatici chiodati	Si/NPD
Composizione/contenuto	Cloruri	Si
	Solfato solubile in acido	Si
	Zolfo totale	Si
	Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	Si
	Contenuto di carbonato negli aggregati fini per strati di usura delle pavimentazioni di calcestruzzo	Si
		Si

**TAB. 9 a - Aggregati per calcestruzzo. Aggregati UNI EN 12620. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)**

**TAB. 9 b - Aggregati per calcestruzzo. Filler UNI EN 12620. Caratteristiche armonizzate (D.M. 11/04/2007, All. 3)**

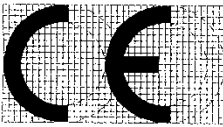
Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) AGGREGATI		Dichiarazione
Stabilità di volume	Stabilità di volume-ritiro per essiccamento	Si/NPD
	Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altiforno raffreddata in aria	Si/NPD
Assorbimento di acqua	Massa volumica dei granuli e assorbimento di acqua	Si
Sostanze pericolose: Emissione di radioattività (per aggregati derivanti da fonti radioattive destinati a calcestruzzo per edifici) Rilascio di metalli pesanti Rilascio di carbonio poliaromatico Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(78)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo	Si/ (75)
Durabilità alla reazione alcali-silice	Reattività alcali-silice	Si

Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA) FILLER		Dichiarazione
Finezza/granulometrica e massa volumica dei granuli	Filler	Si
	Massa volumica dei granuli e assorbimento di acqua	Si
Composizione/contenuto	Cloruri	Si
	Solfato solubile in acido	Si
	Zolfo totale	Si
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	Si
	Polveri	Si
Stabilità di volume	Stabilità di volume-ritiro per essiccamento	Si/NPD
	Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altiforno raffreddata in aria	Si
Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(78)
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo/disgelo dell'aggregato grosso	Si/NPD

### 42.3.8. Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al precedente punto 42.2.6 (v. Tab. 9 c).

**TAB. 9 c - Marcatura CE per aggregati per calcestruzzi sotto il sistema 2+. Esempio di informazioni**

 01234 Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 02 0123-CPD-0456 EN 12620 Aggregati per calcestruzzo	Forma dei granuli	Valore dichiarato	(75)	Contenuto di carbonato	Valore dichiarato	(% CO <sub>2</sub> )
	Granulometria	Designazione	(d <sub>10</sub> )	Stabilità di volume		
	Massa volumica dei granuli	Valore dichiarato	(kg/m <sup>3</sup> )	Ritiro per essiccamento	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(% RS)
	Pulizia	Qualità delle polveri	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	Assorbimento di acqua	Valore dichiarato	(% WA)
	Contenuto in conchiglie	Categoria	(M <sub>25</sub> SF)	Emissione di radioattività	Valore dichiarato come richiesto	
	Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Categoria	(L <sub>10</sub> )	Rilascio di metalli pesanti	Valore di soglia validi sul posto di impiego	
	Resistenza alla levigabilità	Categoria	(FS <sub>50</sub> )	Rilascio di idrocarburi poliaromatici		
	Resistenza all'abrasione	Categoria	(AR <sub>10</sub> , AR <sub>30</sub> )	Rilascio di altre sostanze pericolose	per esempio Sostanza X: 0,2 µm	
	Resistenza all'usura	Categoria	(M <sub>10</sub> 20)	Durabilità al gelo/disgelo	Valore dichiarato	(% MS)
	Composizione/contenuto			Durabilità alla reazione alcali-silice	Valore dichiarato come richiesto	
	Cloruri	Valore dichiarato	(% C)			
	Solfati solubili in acido	Categoria	(per esempio AS <sub>2</sub> )			
	Zolfo totale	Passa/non passa rispetto a valore di soglia	(% S)			
	Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	Passa/non passa rispetto a valore di soglia	(Tempe di presa e resistenza a compressione S%)			

viale osservanza 145, 47521 Cesena

t/f 0547 611227 m:info@studioassociatobarbieri.it

Riccardo Barbieri Architetto - Filippo Barbieri Ingegnere/Architetto - Lorenzo Tappi Architetto



#### 42.3.9. Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

**TAB. 10 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione della conformità**

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (79)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

#### 42.4. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – GENERALITÀ

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio o altro materiale, questo dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche. La granulometria del materiale, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolo, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco. Il limite liquido (LL) del materiale (Atterberg), per la frazione con  $D_{max} \leq 4$  mm, dovrà essere comunque non maggiore di 25 e l'indice di plasticità (IP) di 6 ( $4 \div 9$  per gli strati di base). L'indice C.B.R: dovrà avere un valore non minore di 50. Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "*Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali*" di cui alle Norme C.N.R. 139/1992 ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più restrittive, alle seguenti norme di unificazione.

UNI EN 13242 - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

UNI EN 13285 - Miscele non legate. Specifiche.

UNI EN 13043 - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

#### 42.5. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURA STRADALI – AGGREGATI PER MATERIALI NON LEGATI O LEGATI CON LEGANTI IDRAULICI (UNI EN 13042)

##### 42.5.1. Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione  $d/D$  e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregati dovranno essere specificate utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacci: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31, 5 (32), 63 mm) più due gruppi (gruppo 1 e gruppo 2); le dimensioni degli



aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione della staccio superiore " $D$ " e quella dello staccio inferiore " $d$ " non minore di 1,4. I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati *grossi*, *fini* ed in *frazione unica*, dovranno essere conformi ai requisiti riportati al punto 4.3 della norma e del quale, in Tab. 11, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).

#### 42.5.2. Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di *coefficiente di appiattimento* (come specificato nella EN 933-3) e di *coefficiente di forma* (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie " $F'$ " e " $S'$ " di cui ai prospetti 5 e 6 della UNI EN 13242.

#### 42.5.3.

TAB. 11 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13242

Percentuale di particelle rotte o frantumate o totalmente arrotondate negli aggregati grossi	AGGREGATO	DIMENSIONE	Percentuale in massa del passante					Categoria $G$
			$2 D$	$1,4 D$	$D$	$d$	$d/2$	
	Grosso	$d \geq 1$ e $D > 2$	100	da 98 a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	$G_C$ 85-15
			100	da 98 a 100	da 80 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	$G_C$ 80-20
	Fine	$d = 0$ e $D \leq 6,3$	100	da 98 a 100	da 85 a 99	—	—	$G_F$ 85
			100	da 98 a 100	da 80 a 99	—	—	$G_F$ 80
	In frazione unica	$d = 0$ e $D > 6,3$	—	100	da 85 a 99	—	—	$G_A$ 85
			100	da 98 a 100	da 80 a 99	—	—	$G_A$ 80
			100	—	da 75 a 99	—	—	$G_A$ 75

Ove richiesto, tale percentuale, determinata in conformità alla EN 933-5, dovrà essere dichiarata in conformità alla categoria pertinente (C) specificata nel prospetto 7 della norma.

#### 42.5.4. Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fine per aggregato grosso, fine ed in frazione unica dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente ( $f$ ) della norma.

#### 42.5.5. Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di *coefficiente Los Angeles* come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente ( $LA$ ) specificata nel prospetto 9 della UNI EN 13242. Dove richiesto, il valore d'urto, determinato secondo EN 1097-2, punto 6, sarà dichiarato in conformità alla categoria pertinente ( $SZ$ ) specificata nel prospetto 10 della norma.

#### 42.5.6. Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval,  $MDE$ ), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente ( $MDE$ ) specificata nel prospetto 11 della norma.



## Studio Associato Barbieri

### 42.5.7. Requisiti chimici

Ove richiesti, in base alla particolare applicazione, destinazione d'uso o all'origine dell'aggregato, saranno determinati e specificati in conformità al punto 6 della norma.

### 42.5.8. Requisiti di durabilità

Per la resistenza al *Sonnenbrand* e al gelo-disgelo sarà fatto riferimento al punto 7 della norma. Se richiesto, il valore di assorbimento di acqua sotto forma di prova di screening dovrà essere determinato secondo EN 1097-6, punto 7, o appendice B; in questo caso se l'assorbimento di acqua non è maggiore al massimo di un valore dello 0,5%, si dovrà presumere che l'aggregato sia resistente al gelo-disgelo (v. prospetto 17 UNI EN 132). Se la resistenza al gelo-disgelo sarà determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, essa sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (*A*) o (*MS* – categoria per l'integrità massima del solfato di magnesio) di cui ai prospetti 18 e 19 della norma (v. peraltro l'appendice B).

### 42.5.9. Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE

Per la designazione, la marcatura e l'etichettatura si rinvia al precedente 42.3.7. Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.3 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

**TAB. 12 a - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e costruzione di strade**

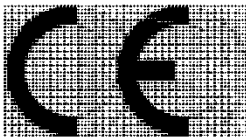
Caratteristiche armonizzate (secondo appendice ZA della UNI EN 13242)		Dichiarazione
Forma, dimensione e massa volumica delle particelle	Dimensione dell'aggregato	Si
	Granulometria	Si
	Forma dell'aggregato grosso	Si/NPD
	Massa volumica delle particelle	Si/NPD
Purezza	Contenuto di fini	Si
	Qualità dei fini	Si
Percentuale di particelle frantumate	Percentuale di particelle rotte frantumate e di particelle totalmente arrotondate negli aggregati grossi	Si
Resistenza alla frammentazione/frantumazione	Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso	Si (3)
Stabilità volumetrica	Componenti che alterano la stabilità di volume delle scorie d'altoforno e d'acciaieria per gli aggregati non legati	Si/NPD
Assorbimento/suzione di acqua	Assorbimento di acqua	Si/NPD
Composizione/contenuto	Solfato solubile in acido	Si
	Zolfo totale	Si/NPD
	Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele leganti con leganti idraulici	Si/NPD
Resistenza all'attrito	Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	Si
Sostanze pericolose: Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione Rilascio di altre sostanze pericolose	Conoscenza delle materie prime Gestione della produzione	(80)
Durabilità agli agenti atmosferici	"Sonnenbrand" del basalto	Si/NPD
Durabilità al gelo/disgelo	Resistenza al gelo o disgelo	Si/NPD



#### 42.5.10. Sistema di attestazione

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

TAB. 12 b - Esempio di informazioni sulla marcatura CE per aggregati sotto il sistema 2+

 01234 Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 02 0123-CPD-0456 EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici da utilizzare per opere di ingegneria civile e costruzione di strade		<b>Purezza</b> Contenuto di fini Qualità dei fini Categoria Valore soglia "passa/non passa" Valore dichiarato (per esempio $f_{16}$ ) (%, MB, SE)
		<b>Percentuale di particelle frantumate</b> Categoria (per esempio $G_{90,0}$ )
		<b>Resistenza alla frammentazione/frantumazione</b> Categoria (per esempio $LA_{50}$ )
		<b>Stabilità di volume</b> Categoria (per esempio $V_2$ )
		<b>Assorbimento/suzione di acqua</b> Valore dichiarato (%, di trazione di massa)
		<b>Composizione/contenuto</b> Solfati solubili in acido Zolfo totale Componenti che alterano la velocità di presa e di indurimento delle miscele legate con leganti idraulici Categoria Valore soglia "passa/non passa" Valore soglia "passa/non passa" (per esempio $AS_{0,2}$ ) (%, S) (Tempo di indurimento in min e resistenza alla compressione S%)
		<b>Resistenza all'attrito</b> Categoria (per esempio $M_{0,25}$ )
		<b>Rilascio di metalli pesanti mediante lisciviazione</b> Valori soglia vigenti nel luogo d'impiego
		<b>Rilascio di altre sostanze pericolose</b> per esempio Sostanza X: $0,2 \mu m^3$
		<b>Durabilità al gelo/disgelo</b> Categoria (per esempio $F_4$ o $MS_{25}$ )
Forma delle particelle	Valore dichiarato	(F)
Dimensione delle particelle	Designazione	{ $d/D$ } e tolleranza categoria (per esempio $G_2, 80-20$ )
Massa volumica delle particelle	Valore dichiarato	(Mg/m <sup>3</sup> )

#### 42.6. AGGREGATI PER FONDI E SOTTOFONDI STRADALI – MISCELE NON LEGATE

Ove particolarmente previsto in Elenco od ove prescritto dalla Direzione dei lavori le miscele in argomento dovranno possedere i requisiti di cui al punto 4 della norma UNI EN 13285, e inoltre, quando richiesto, le proprietà conformi alla norma UNI EN 13242 di cui al precedente punto 42.5.

##### 42.6.1. Designazione della miscela

Le miscele definite dalla norma UNI EN 13285 dovranno essere designate e selezionate da uno dei tipi di cui alla Tab. 13 di seguito riportata ( $d = 0$ ):

TAB. 13 - Miscele non legate per fondi e sottofondi stradali. Designazione normalizzata

0/8	0/10	0/11,2	0/12,5	0/14	0/16	0/20
0/22,4	0/31,5	0/40	0/45	0/56	0/63	0/80

##### 42.6.2. Contenuto di fini

Il contenuto massimo o minimo di fini (passanti allo staccio di 0,063 mm), in rapporto alla categoria prescelta, dovrà soddisfare i valori riportati nei prospetti 2 e 3 della norma.



#### 42.6.3. Curva granulometrica generale

Con riferimento agli stacci di classificazione di cui alla Tab. 14, la percentuale in massa (determinata secondo UNI EN 933-1) del passante lo staccio *A*, lo staccio *B*, lo staccio *C*, lo staccio *E*, lo staccio *F*, e lo staccio *G*, dovrà rientrare nel campo granulometrico generale corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15. Inoltre, per le categorie GA, GB, GC, GO e GP il valore medio calcolato a partire da tutte le granulometrie dovrà rientrare nel campo granulometrico del valore dichiarato dal fornitore corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15.

#### 42.6.4. Designazione e descrizione

La designazione delle miscele dovrà includere almeno le seguenti informazioni: riferimento alla norma; provenienza; classe granulometrica – valore della dimensione dello staccio maggiore (*D*); tipo (i) di aggregato utilizzato (i) nella miscela.

### 42.7. AGGREGATI PER SOVRASTRUTTURE STRADALI – AGGREGATI PER MISCELE BITUMINOSE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Dovranno rispondere sia per l'aggregato grosso che per l'aggregato fine (1) ed il filler (1) ai requisiti riportati nella norma UNI EN 14043 richiamata al punto 42.4.

#### 42.7.1. Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione  $d/D$  e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere espresse utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma che comprende un gruppo base comune (stacci: 0, 1, 2, 4, 8, 16, 31,5, (32), 63 mm) più due gruppi; le dimensioni degli aggregati dovranno essere separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore "*D*" e quella dello staccio inferiore "*d*" non minore di 1,4. I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati *grossi*, *fini* ed in *frazione unica* dovranno essere conformi a quelli riportati al punto 4.1.3 della norma e del quale, in Tab. 16, si riporta il prospetto 2 (a meno delle annotazioni).





## Studio Associato Barbieri

**TAB. 14 - Miscele non legate. Stacci per la classificazione granulometrica**

Designazione della miscela	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G
0/8	4	2	—	1	0,5	—
0/10	4	2	—	1	0,5	—
0/11,2	5,6	4	2	1	0,5	—
0/12,5	6,3	4	2	1	0,5	—
0/14	8	4	2	1	0,5	—
0/16	8	4	2	1	0,5	—
0/20	10	4	2	1	0,5	—
0/22,4	11,2	5,6	2	1	0,5	—
0/31,5	16	8	4	2	1	0,5
0/40	20	10	4	2	1	0,5
0/45	22,4	11,2	5,6	2	1	0,5
0/56	31,5	16	8	4	2	1
0/63	31,5	16	8	4	2	1
0/80	40	20	10	4	2	1

**TAB. 15 - Miscele non legate. Classificazione granulometrica generale. Categorie**

Campo granulometrico	Percentuale in massa del passante						Categoria G
	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G	
Miscele classificate normali							
Generale	da 55 a 85	da 35 a 65	da 22 a 50	da 15 a 40	da 10 a 35	da 0 a 20	G <sub>A</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 57	da 30 a 42	da 22 a 33	da 15 a 30	da 5 a 15	
Generale	da 55 a 85	da 35 a 68	da 22 a 60	da 16 a 47	da 9 a 40	da 5 a 35	G <sub>B</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 60	da 30 a 52	da 23 a 40	da 14 a 35	da 10 a 30	
Generale	da 50 a 90	da 30 a 75	da 20 a 60	da 13 a 45	da 8 a 35	da 5 a 25	G <sub>C</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 61 a 79	da 41 a 64	da 31 a 49	da 22 a 36	da 13 a 30	da 10 a 20	
Miscele classificate aperte							
Generale	da 50 a 78	da 31 a 60	da 18 a 46	da 10 a 35	da 6 a 26	da 0 a 20	G <sub>O</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 58 a 70	da 39 a 51	da 26 a 38	da 17 a 28	da 11 a 21	da 5 a 15	
Generale	da 43 a 81	da 23 a 66	da 12 a 53	da 6 a 42	da 3 a 32	Nessun requisito	G <sub>P</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 54 a 72	da 33 a 52	da 21 a 38	da 14 a 27	da 9 a 20		

**TAB. 16 - Requisiti generali di granulometria secondo UNI EN 13043**

Aggregato	Dimensione mm	Percentuale passante in massa					Categoria G
		2 D	1,4 D	D	d	d/2	
Grosso	D > 2	100	100	da 90 a 99	da 0 a 10	da 0 a 2	G <sub>C</sub> 90/10
		100	da 89 a 100	da 90 a 99	da 0 a 15	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 90/15
		100	da 98 a 100	da 90 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 90/20
		100	da 98a 100	da 85 a 99	da 0 a 15	da 0 a 2	G <sub>C</sub> 85/15
		100	da 98a 100	da 85 a 99	da 0 a 20	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 85/20
		100	da 98 a100	da 85 a 99	da 0 a35	da 0 a 5	G <sub>C</sub> 85/35
Fine	D ≤ 2	100	—	da 85 a 99	—	—	G <sub>F</sub> 85
In frazione unica	D ≤ 45 e d = 0	100	da 98 a 100	da 90 a 99	—	—	G <sub>A</sub> 90
		100	da 98 a 100	da 85 a 99	—	—	G <sub>A</sub> 85



42.7.2. Forma dell'aggregato grosso

Si richiama sull'argomento quanto specificato al precedente punto 42.5.2. con riferimento, in questo caso, ai prospetti 7 e 8 della norma UNI EN 13043.

42.7.3. Percentuali di superficie frantumata negli aggregati grossi

Si richiama quanto specificato al precedente punto 42.5.2., con riferimento al prospetto 9 della UNI EN 13043.

42.7.4. Contenuto di fini

Ove richiesto, il contenuto di fini, determinato in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà essere espresso secondo la relativa categoria ( $f$ ) specificata nel prospetto 5 della norma.

42.7.5. Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

Si richiama, per questo punto, quanto specificato al precedente punto 42.5.5., con riferimento al prospetto 11 della UNI EN 13043. Per i valori massimi della resistenza all'urto (categoria  $SZ$ ) sarà fatto riferimento al prospetto 12.

42.7.6. Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale

Ove richiesto, la resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali (valore di levigabilità –  $PSV$ ) sarà determinata secondo EN 1097-8. Detto resistenza dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria di cui al prospetto 13 della norma. La resistenza all'abrasione superficiale dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria ( $AAV$ ) specificata nel prospetto 14 della norma.

42.7.7. Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

Per tale resistenza (coefficiente micro-Deval –  $MDE$ ), si rinvia a quanto specificato al precedente punto 42.5.6., con riferimento al prospetto 15 della UNI EN 13043.

42.7.8. Durabilità

Per la durabilità, verrà preso in considerazione il valore di assorbimento di acqua come prova di selezione per la resistenza al gelo/disgelo. Tale valore sarà determinato con i procedimenti della EN 1097-2, punto 7, o della EN 1097-6, appendice B <sup>(82)</sup>.



## Studio Associato Barbieri

### 42.7.9. Resistenza al gelo/disgelo

Ove richiesto, la resistenza al gelo/disgelo, determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria specificata nel prospetto 19 (*A*) o del prospetto 20 (*MS*) della norma.

### 42.7.10. Sonnenbrand del basalto

Ove siano rilevabili segni di "Sonnenbrand", la perdita di massa e la resistenza alla frammentazione dovranno essere determinate in conformità alla EN 1367-3 ed alla EN 1097-2. Per le categorie dei valori massimi di resistenza al "Sonnenbrand" (*SB*) si farà riferimento al prospetto 21 della norma.

### 42.7.11. Requisiti per l'aggregato filler

Per tali requisiti (geometrici, fisici, chimici, di uniformità produttiva) sarà fatto riferimento al punto 5 della norma.

### 42.7.12. Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE

Per la designazione, la marcatura l'etichettatura sarà fatto riferimento ai punti 7, 8 e all'appendice ZA della norma in analogia alle prescrizioni riportata nel precedente punto 42.5.9. Lo stesso dicasi per i sistemi di attestazione della conformità e di cui al precedente punto 42.5.10.

## 42.8. POMICE

Posta in commercio allo stato di granulato, dovrà possedere la granulometria prescritta (di norma: 0-5, 0-12, 0-15, 0-20), essere priva di alterazioni, asciutta, scevra di sostanze organiche, polvere o altri elementi estranei. Dovrà inoltre possedere una resistenza a compressione, misurata su cubetto di cm 5 di lato, non inferiore a 6 N/mm<sup>2</sup>. Per gli impieghi strutturali dovrà possedere una resistenza meccanica granulare (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

### 42.10.4. Risvolti

In rapporto alle prescrizioni potranno avere larghezze di 25 o 30 cm (significative per la designazione) e corrispettivamente altezze di 20 o 25 cm e raggio di curvatura interno di 25 o 20 cm. La lavorazione delle superfici sarà effettuata come al precedente punto 36.7.1.

### 42.10.5. Guide

In rapporto alle prescrizioni potranno avere larghezze di 15, 20 o 60 cm (significative per la designazione) e corrispettivamente lunghezze non inferiori a 100, 120 e 120 cm (per graniti, sieniti, dioriti) ed a 60, 80 e 80 cm (per porfidi, trachiti, basalti). L'altezza sarà di 20 cm con



tolleranza di  $\pm 1$  cm. Avranno inoltre la superficie di marcia lavorata a punta media (se non diversamente prescritto), in modo da risultare piana ed a spigoli vivi, e quelle laterale e di giunto lavorate a scalpello nella parte superiore e grossolanamente sbazzate in quella inferiore in modo che tra i bordi di due guide, poste in piano ed accostate, esista un intervallo di giunto di larghezza non superiore ad 1 cm; la superficie di posa potrà essere grossolanamente sbazzata o greggia di frattura, purché con andamento parallelo alla superficie di marcia. La tolleranza sarà di  $\pm 0,4$  cm sulla larghezza e di  $\pm 1$  cm sull'altezza.

### **Art. 3 - CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI**

#### **43.1. CALCI**

##### **43.1.0. Generalità**

Dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle norme vigenti (R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, e s.m.i.) per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall'UNI:

UNI EN 459-1 - Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità.

UNI EN 459-2 - Calci da costruzione. Metodi di prova.

La distinzione sarà fatta in *calci aeree* [vive (Q), idrate (S1), semi-idrate (S2), calciche (CI), dolomitiche (DL) idrate e semiidrate] e *calci idrauliche* [naturali (NHL), naturali con materiali aggiunti (Z) e miscelate (HL)]. Le calci aeree saranno classificate in base al loro contenuto di (CaO + MgO), mentre quelle idrauliche in base alla loro resistenza a compressione in MPa. Per i requisiti fisici sarà fatto riferimento al prospetto 5 della UNI EN 459-1.

##### **43.1.1. Calce viva**

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

##### **43.1.2. Calce idrata in polvere**

Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.



## Studio Associato Barbieri

### 43.1.3. Marcatura ed etichettatura

Le calci da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

### 43.2. POZZOLANA

Dovrà rispondere alle *"Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico"*, di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2230. La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti, sarà di grana fina (passante allo staccio 3,15 UNI 2332/1 per malte in generale e 0,5 UNI 2332/1 per malte fini di intonaco e murature di paramento), asciutta ed accuratamente vagliata. Sarà impiegata esclusivamente pozzolana classificata "energica".

### 43.3. LEGANTI IDRAULICI

#### 43.3.0. Generalità

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595, e dai DD.MM. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: *"Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"*, *"Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"*, *"Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche"*, con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD.MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993. Per quanto riguarda i cementi, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate, alle quali fa peraltro riferimento il D.M. 14 settembre 2005 che ha emanato le nuove *"Norme Tecniche per le costruzioni"*:

UNI EN 197-1 - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.

UNI EN 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità.



#### 43.3.1. Denominazione dei tipi

I 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla UNI EN 197-1, e la loro denominazione, sono indicati nel prospetto 1 della norma. Essi sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento così definiti: CEM I (cemento Portland); CEM II (cemento Portland composito); CEM III (cemento d'alto forno); CEM IV (cemento pozzolanico); CEM V (cemento composito). La denominazione comprenderà: il tipo di cemento, il riferimento alla norma, la sigla del tipo, la classe di resistenza e la resistenza iniziale (N, ordinaria; R, elevata).

#### 43.3.2. Resistenze meccaniche e tempi di presa

I cementi precedentemente elencati, saggiati su malta normale secondo le prescrizioni e le modalità indicate nella norma UNI EN 196-1, dovranno avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica parzialmente riportati nella Tabella 24.

TAB. 24 - Cementi. Resistenze meccaniche e tempi di presa

CLASSE	Resistenza alla compressione N/mm²				Tempo di inizio presa minuti
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata		
	2 giorni	7 giorni	28 giorni		
32,5 N	–	≥ 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 R	≥ 10	–			
42,5 N	≥ 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 R	≥ 20	–			
52,5 N	≥ 20	–	≥ 52,5	–	≥ 45
52,5 R	≥ 30	–			

#### 43.3.3. Modalità di fornitura

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora alla rinfusa. Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, le informazioni previste dall'Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell'organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R). L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori* e dal *Registro dei getti*.

#### 43.3.4. Prelievo dei campioni

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche in polvere, le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. Per le forniture di leganti alla rinfusa la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 o frazione.



#### 43.3.5. Conservazione

Dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

#### 43.3.6. Particolari prescrizioni e impieghi

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatate in genere. I cementi d'alto forno dovranno essere impiegati nelle pavimentazioni stradali, nelle strutture a contatto con terreni gessosi ed in genere nelle opere in cui è richiesto un basso ritiro; non dovranno invece essere impiegati per conglomerati destinati a strutture a vista. Si richiamano le norme UNI 9156 (cemento resistenti ai solfati) ed UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce). I cementi alluminosi saranno impiegati per getti a bassa temperatura, per getti subacquei, per lavori urgenti ed in genere per opere a contatto con terreni o acque fisicamente o chimicamente aggressivi. Ne è escluso l'impiego per opere strutturali.

#### 43.4. ADDITIVI

##### 43.4.1. Additivi per calcestruzzi

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome e il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali, es. UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

##### 43.4.2. Additivi per malte

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato superiormente per i calcestruzzi.



Studio Associato Barbieri

#### *Art. 4 - MATERIALI FERROSI – prodotti di acciaio e ghisa*

##### 44.0. GENERALITÀ

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili. Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925 (per quanto compatibile con la nuova normativa). Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del R.D. in precedenza richiamato, dovranno comunque essere rispettate le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO. Gli acciai in particolare, ove destinati ad impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.2 delle *"Norme Tecniche per le Costruzioni"* approvate con D.M. 14 settembre 2005.

##### 44.0.1. Designazione e classificazione – Qualificazione

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10020 - Definizione e classificazione dell'acciaio

UNI EN 10021 - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.

UNI EN 10027/1 - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.

UNI EN 10027/2 - Idem. Designazione numerica.

UNI EN 1563 - Fonderia. Getti di ghisa a grafite sferoidale.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE. Anche in questo caso dovranno comunque essere rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 delle *"Norme Tecniche"* non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate. Quando non sia applicabile tale marcatura, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CE, i prodotti dovranno essere qualificati con la procedura di cui al paragrafo 11.2.1.1 delle superiori norme e dotati di *"Attestato di qualificazione"* di validità quinquennale, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.





## Studio Associato Barbieri

### 44.0.2. Identificazione dei prodotti qualificati

Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla eventuale saldabilità.

### 44.0.3. Prove e certificazioni

Per le prove dei materiali sarà fatto in genere riferimento alle UNI EN ISO 377 (Prelievo e preparazione dei saggi), alla UNI 10002/1 (Prova di trazione), alla UNI 558 (Prova di compressione), alla UNI 559 (Prova di flessione), alle UNI EN ISO 6506 e 6507 (Prove di durezza) e alla UNI EN ISO 7438 (Prova di piegamento). Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, dovranno riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato dal laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure lo stesso non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il S.T.C., le certificazioni emesse dal laboratorio saranno prive di valenza e il materiale non potrà essere utilizzato.

### 44.0.4. Documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

## 44.1. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

### 44.1.0. Generalità

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle *"Norme Tecniche"* cui è fatto riferimento nelle *"Generalità"* e controllati con le modalità riportate nel punto 11.2.2.10 delle stesse norme. I controlli in cantiere (o nei luoghi di lavorazione) sono obbligatori. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10 delle norme, in ragione di tre spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli dovranno essere estesi agli altri diametri della partita. I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto da utilizzare



provenza da un centro di trasformazione (o luogo di lavorazione) delle barre nel quale siano stati effettuati tutti i controlli prescritti. In questo caso la spedizione del materiale dovrà essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove secondo norma.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza e all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.2.10.3 delle "Norme tecniche" e qui riprodotta. Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

#### 44.1.1. Acciaio laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento ( $f_y \text{ nom.}$ ) di 450 N/mm<sup>2</sup> e di rottura ( $f_t \text{ nom.}$ ) di 540 N/mm<sup>2</sup>, dovrà rispettare i requisiti riportati nella Tab. 11.2 delle norme tecniche, parzialmente riprodotta a fianco (Tab. 28).

#### 44.1.2. Acciaio laminato a freddo

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato B450A e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.2.II e qui riprodotta parzialmente (Tab. 29).

#### 44.1.3. Barre e rotoli

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza migliorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50 mm. Per gli acciai forniti in rotoli, il

TAB. 27 - Barre per c.a. ordinario. Valori limite di accettazione

Caratteristiche	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1,25-0,02) N/mm <sup>2</sup>
Agt minimo	≥ 5.0%	per acciai laminati a caldo
Agt minimo	≥ 1.0%	per acciai trafilati a freddo
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

TAB. 28 - Acciaio per c.a. laminato a caldo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	≥ $f_{y \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	≥ $f_{t \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,13 ≤ 1,35
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	≤ 1,25
Allungamento ( $A_{gt}$ ) <sub>k</sub>	≥ 7%

TAB. 29 - Acciaio per c.a. trafilato a freddo. Requisiti (parziali)

Parametri	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	≥ $f_{y \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	≥ $f_{t \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,05
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	≤ 1,25
Allungamento ( $A_{gt}$ ) <sub>k</sub>	≥ 3%



## Studio Associato Barbieri

diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

### 44.1.4. Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2.

### 44.1.5. Reti e tralicci elettrosaldati

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

### 44.1.6. Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale delle barre deve rientrare nei limiti previsti dalla Tab. 11.2.III delle norme tecniche.

### 44.1.7. Centri di trasformazione

I Centri di trasformazione possono ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al punto 11.2.1.3 delle norme. In ogni caso i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi degli attestati di qualificazione del prodotto di origine. I Centri di trasformazione, identificati agli effetti della normativa cui si fa riferimento quali "luoghi di lavorazione", sono tenuti ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere, secondo le indicazioni di cui al punto 11.2.2.10.3 della stessa normativa. L'esecuzione delle prove presso tali centri non esclude comunque che il Direttore dei lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere eventuali ulteriori controlli, se ritenuti opportuni. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio dovranno essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.



#### 44.3. LAMIERE DI ACCIAIO

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10029 - Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

##### 44.3.1. Lamiere bugnate o striate

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l'estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

#### 44.4. LAMIERE ZINCATE E MANUFATTI RELATIVI

##### 44.4.0. Generalità

Fornite in fogli, rotoli o in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10326 - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10327 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura). La finitura del rivestimento potrà venire richiesta, in rapporto all'impiego, a stellatura normale (N) o ridotta (M) l'aspetto della superficie potrà essere *normale (A)*, *migliorato (B)* o di *qualità superiore (C)*, quest'ultimo ottenuto mediante laminazione a freddo (skin-passatura). In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali. Con riguardo poi al grado di protezione superficiale i prodotti zincati, se non sottoposti a verniciatura industriale, potranno venire richiesti



secchi, oliati o trattati all'acido cromico (passivazione) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata. In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature o altri difetti superficiali.

#### 44.4.1. Lamiere zincate con procedimento continuo a caldo

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata, quali coperture, rivestimenti, serrande, serbatoi di acqua, barriere di sicurezza, funi, lamiere ondulate, ecc., dovrà essere impiegata lamiera trattata secondo il procedimento di zincatura in continuo, consentendo lo stesso, che prevede tra l'altro la

TAB. 31 - Lamiere zincate a caldo. Tipologia degli strati di zincatura

TIPO DI RIVESTIMENTO	Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/m <sup>2</sup> )	
	Media di 3 determinazioni (minimo)	Singole determinazioni (minimo)
Z 600	600	525
Z 450	450	400
Z 350	350	300
Z 275	275	245
Z 200	200	175
Z 140	140	135
Z 100	100	90

preventiva normalizzazione dell'acciaio ed un'accurata preparazione delle superfici, di ottenere una perfetta aderenza dello zinco all'acciaio di base e la formazione di uno strato ferro-zinco molto sottile ed uniforme. La zincatura Z 450 sarà tassativamente prescritta per le lamiere destinate alla costruzione di serbatoi d'acqua o da impiegarsi in ambienti aggressivi. In nessun caso la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura  $\square\square$ Z 140.

#### 44.4.2. Manufatti tubolari per tombini

Potranno essere del tipo a piastre multiple o ad elementi incastrati o imbullonati, secondo prescrizioni; in ogni caso saranno costituiti di lamiera zincata ondulata di tipo non inferiore a Fe E 280 GZ 600 UNI EN 10147, con contenuto in rame compreso tra 0,20 ÷ 0,40% e spessore minimo di 1,5 mm. I manufatti dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, rigature, ecc.; per l'impiego in ambienti chimicamente aggressivi dovranno essere inoltre protetti mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, armato con fibre minerali (spessore 1,5 mm) ovvero mediante bitume ossidato applicato con immersione a caldo (1,5 kg/m<sup>2</sup>). Per ogni fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore attestante l'esatta qualità del materiale, le relative caratteristiche fisico-meccaniche ed il tipo di zincatura. I pesi inoltre, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare conformi alle tabelle fornite dallo stesso produttore, con tolleranza del  $\pm 5\%$ . Salvo diversa specifica, per i vari tipi di tubolari si prescrive in particolare:

a) - *Manufatti ad elementi incastrati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m. Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni, ondulate, curvate ai raggi prescritti; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad incastro, il bordo dell'altro elemento. Le sezioni impiegabili saranno: la circolare, con diametro variabile da 0,30 ad 1,50 m (che potrà essere richiesta con una preformazione ellittica massima del 5% in



rapporto al diametro) e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di 0,40 m e luce massima di 1,75 m.

b) - *Manufatti ad elementi imbullonati per tombini*: avranno ampiezza d'onda di 67,7 mm, profondità di 12,7 mm e lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, multipla di 0,61 m. Il tipo sarà costituito da due o più piastre ondulate, curvate ai raggi prescritti ed imbullonate. Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 0,60 a 2,00 m, e le policentriche ribassate, con luce minima di 0,70 m e luce massima di 2,20 m.

c) - *Manufatti a piastre multiple per tombini e sottopassi*: avranno ampiezza d'onda di 152,4 mm, profondità di 50,8 mm e raggio della curva interna della gola di almeno 28,6 mm. Gli elementi dovranno essere inoltre in misura tale da fornire, montati in opera, un vano di lunghezza multipla di 0,61 m. I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice, essere del pari zincati, ed appartenere alla classe 8G (norme UNI 3740). Le sezioni impiegabili saranno: le circolari, con diametro variabile da 1,50 a 6,40 m (che potranno essere richieste con una preformazione ellittica massima del 5%) le ribassate, con luce variabile da 1,80 a 6,50 m; quelle ad arco, con luce variabile da 1,80 a 9,00 m e le policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 a 7,00 m.

#### 44.4.3. Manufatti per graticciate

Saranno di norma costituiti di elementi prefabbricati in lamiera ondulata, zincata e forata, di dimensioni 2,10  $\square$  0,31 m, spessore 1,25 mm, con ondulazione di 38 mm di ampiezza e 6,3 mm di profondità. La foratura sarà obliqua rispetto alla verticale (con angolo di 25°) e composta di fori di 9 mm di diametro. I paletti di sostegno saranno altresì in lamiera di acciaio zincata, piegata a freddo, con sezione ad "U" di 40  $\square$  50 mm, spessore 2 mm ed altezza di 1  $\div$  1,30 m.

#### 44.5. PRODOTTI DI ACCIAIO ZINCATI IN DISCONTINUO

Per i prodotti di acciaio rivestiti per immersione a caldo in discontinuo dovrà essere osservata la norma:

UNI EN ISO 1461 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi ed articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.

Lo spessore medio del rivestimento, per campioni non centrifugati dovrà essere non inferiore ai valori riportati nella presente tabella. Per l'accettazione, le superfici degli articoli dovranno risultare esenti da

**TAB. 33 - Prodotti di acciaio zincati per immersione a caldo.  
Spessori minimi del rivestimento medio**

Articolo e suo spessore	Spessore medio del rivestimento (minimo) $\mu\text{m}$
Acciaio $\geq$ 6 mm	85
Acciaio $\geq$ 3 mm fino a 6 mm	70
Acciaio $\geq$ 1,5 mm fino a 3 mm	55



noduli, rugosità, parti taglienti ed aree non rivestite. Inoltre ogni fornitura dovrà essere accompagnata da un certificato di conformità che faccia espresso riferimento alla norma superiormente riportata.

TAB. 34 - Acciaio zincato. Corrispondenza tra spessore e peso del rivestimento

Spessore (micron)	5	10	20	30	40	47	50	60	64	70	76	80	85	90	97	100	139	150	208
Peso (g/m <sup>2</sup> )	36	72	144	216	288	335	360	432	458	504	549	596	610	648	702	720	1000	1080	1500

## 44.6. TUBI DI ACCIAIO

### 44.6.0. Generalità

Per le condizioni tecniche generali di fornitura vale la norma UNI EN 1002. I tubi saranno costituiti da acciaio non legato e dovranno corrispondere alle normative generali di unificazione di seguito riportate:

UNI EN 10216-1 - Tubi senza saldatura di acciaio per impianti a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 1. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente.

UNI EN 10217-1 - Idem. Tubi saldati.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente dritti a vista e presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; saranno privi di difetti superficiali (interni ed esterni) che possano pregiudicarne l'impiego: è ammessa la loro eliminazione purché lo spessore non scenda sotto il minimo prescritto. Tubi e relativi pezzi speciali dovranno inoltre avere la superficie interna ed esterna protetta con rivestimenti appropriati e specificati in Elenco. In ogni caso, qualunque sia il tipo di rivestimento, questo dovrà risultare omogeneo, continuo, ben aderente ed impermeabile.

## 44.7. PRODOTTI GRIGLIATI ELETTROSALDATI E/O PRESSATI

Potranno essere costituiti da pannelli per piani di calpestio e carrabili o da gradini per scale e rampe e dovranno rispondere, per requisiti, metodi di prova, campionamento e criteri di accettazione, alla normativa della serie sottoindicata:

UNI 11002 - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova (1 ÷ 3).

## 44.8. GHISA E PRODOTTI DI GHISA

### 44.8.1. Ghisa grigia per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello



## Studio Associato Barbieri

in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

### 44.8.2. Ghisa malleabile per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1562. I getti di ghisa malleabile dovranno potersi lavorare a freddo, avere spigoli vivi, essere esenti da soffiature e difetti in genere e presentare superficie liscia e pulita.

### 44.8.3. Ghisa a grafite sferoidale per getti

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma EN 1563.

## *Art. 5 - METALLI DIVERSI*

### 45.0. GENERALITÀ

Tutti i materiali da impiegare nelle costruzioni, e le relative leghe, dovranno essere della migliore qualità, ottimamente lavorati e scevri di ogni impurità o difetto che ne vizino la forma o ne alterino la resistenza e la durata.

### 45.1. STAGNO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 610 (Lingotti) e UNI 10368 (Leghe per saldature e rivestimenti).

### 45.2. ZINCO E SUE LEGHE

Dovranno essere conformi alla normativa UNI EN 1179. Le lamiere (UNI 4201), i nastri (UNI 4202), i fili ed i tubi dovranno avere superfici lisce, regolari, privi di scaglie, rigature, vaiolature, corrosioni, striature. Gli elementi per coperture in lamiera di zinco non autoportante dovranno rispondere alla norma UNI EN 501.

### 45.3. RAME E SUE LEGHE - PRODOTTI

#### 45.3.1. Lamiere

Come per i tubi, saranno di rame Cu-DHP, con caratteristiche meccaniche definite dalla UNI EN 13599. Potranno essere di tipo incrudito o ricotto, secondo prescrizione, ed avranno spessore non inferiore a 6 mm. La superficie sarà di norma lucida da laminazione ed assolutamente priva di difetti constatabili a vista.





Studio Associato Barbieri

## **Art. 6 - LEGNAMI**

### 46.0. GENERALITÀ

#### 46.0.1. Nomenclatura e misurazione

Per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che d'importazione, si farà riferimento alle norme UNI 2853 e 2854; per la nomenclatura convenzionale degli assortimenti alla UNI 3517; per la nomenclatura dei difetti, la classifica e la misurazione alle UNI ISO 1029, UNI EN 1310, UNI EN 844 (3-9) ed UNI EN 975-1.

#### 46.0.2. Requisiti in generale

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912; saranno provvisti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte affinché le fibre non riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie recidendone i nodi a seconda di essa; la differenza fra i diametri delle estremità non dovrà oltrepassare i 15/1000 della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossamente squadrati od a spigolo smussato l'alburno dovrà essere in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate e senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta, neppure minimi.

#### 46.1. LEGNAMI DA CARPENTERIA DEFINITIVA

Dovranno presentare carico di rottura a compressione normalmente alle fibre non inferiore a 30 MPa e carico di rottura a trazione parallelamente alle fibre non inferiore a 70 MPa.

## **Art. 7 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI**

### 47.0. GENERALITÀ

I materiali per pavimentazione ed in particolare piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle d'asfalto, oltre a possedere le caratteristiche riportate negli articoli relativi alle corrispondenti categorie di materiale, dovranno rispondere anche alle norme di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2234. Le prove da eseguire per accertare la bontà dei materiali da pavimentazione, in



## Studio Associato Barbieri

lastre o piastrelle, saranno almeno quelle di resistenza alla rottura per urto e per flessione, all'usura per attrito radente o per getto di sabbia, la prova di gelività e, per i materiali cementati a caldo, anche la prova d'impronta. Per la terminologia e la classificazione dei pavimenti lapidei si farà riferimento alla UNI 9379.

### 47.1. MATTONELLE, MARMETTE E PIETRINI DI CEMENTO

#### 47.1.0. Norme generali

Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere conformi, per dimensioni e caratteristiche, alle norme UNI da 2623 a 2629. Dovranno altresì risultare di ottima fabbricazione, di idonea compressione meccanica e di stagionatura non inferiore a tre mesi. Saranno ben calibrati, a bordi sani e piani e non dovranno presentare carie, né peli, né segni di distacco tra sottofondo e strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati ed uniformi.

#### 47.1.1. Mattonelle di cemento

Di spessore complessivo non inferiore a 18 mm, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato di spessore costante non inferiore a 5 mm.

#### 47.1.2. Pietrini di cemento

Potranno avere forma quadrata (25 □ 25) e rettangolare (20 □ 10 e 30 □ 15). Nel formato minore (20 □ 10) avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm costituito da due strati dei quali il superiore, di assoluto cemento puro, colorato o meno, di spessore non inferiore a 5 mm; negli altri due formati avranno spessore complessivo non inferiore a 15 mm per usi pedonali ed a 18 mm per impieghi carrabili. La superficie superiore dei pietrini potrà essere richiesta liscia, bocciardata, bugnata (25 o 100 bugne), scanalata o ad impronte varie. Tolleranza sulle dimensioni dei lati: + 0,5/-1 mm.

### ***Art. 8 - PRODOTTI vernicianti – pitture – vernici – smalti***

#### 48.0. GENERALITÀ

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originali sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza. I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare



## Studio Associato Barbieri

materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggianti non disperdibili, peli, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere. Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione. Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si farà riferimento alle norme di classifica UNI I.C.S. 87 (pitture, vernici, smalti) ed alle norme UNICHIM. In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore (I.I.C.).

### 48.1. PRODOTTI PER TINTEGGIATURA – IDROPITTURE

Caratterizzate dal fatto di avere l'acqua come elemento solvente e/o diluente, le pitture in argomento verranno suddivise, per le norme del presente Capitolato, in due classi, di cui la prima comprenderà le pitture con legante disciolto in acqua (pitture con legante a base di colla, cemento, ecc.) e la seconda le pitture con legante disperso in emulsione (lattice) fra cui, le più comuni, quelle di copolimeri butadiene-stirene, di acetato di polivinile e di resine acriliche. Per le pitture di che trattasi, o più in particolare per le idropitture, oltre alle prove contemplate nelle UNI potranno venire richieste delle prove aggiuntive di qualificazione, da eseguire con le modalità o nei tipi diversamente prescritti dalla Direzione Lavori.

### 48.2. PITTURE

Ai fini della presente normativa verranno definiti come tali tutti i prodotti verniciati non classificabili tra le idropitture di cui al precedente punto 50.1 né tra le vernici trasparenti e gli smalti. Di norma saranno costituite da un *legante* da un *solvente* (ed eventuale diluente per regolarne la consistenza) e da un *pigmento* (corpo opacizzante e colorante); il complesso legante + solvente, costituente la fase continua liquida della pittura, verrà definito, con termine già in precedenza adoperato, *veicolo*. Con riguardo alla normativa si farà riferimento, oltre che alle UNI, anche alle UNICHIM di argomento 53/57 (Prodotti vernicianti - Metodi generali di prova).

#### 48.2.1. Pitture oleosintetiche

Composte da olio e resine sintetiche (alchidiche, gliceroftaliche), con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti, le pitture in argomento presenteranno massa volumica di  $1 \div 1,50 \text{ kg/dm}^3$ , adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione fuori polvere (f.p.) di  $4 \div 6$  ore, residuo secco min. del 55%, brillantezza non inferiore a 80 Gloss. Le pitture saranno fornite con vasta gamma di colori in confezioni sigillate di marca qualificata.



## Studio Associato Barbieri

### 48.2.2. Pitture antiruggine e anticorrosive

Saranno rapportate al tipo di materiale da proteggere, al grado di protezione, alle modalità d'impiego, al tipo di finitura nonché alle condizioni ambientali nelle quali dovranno esplicare la loro azione protettiva. Si richiamano le norme:

- UNI 9863 - Prodotti vernicianti. Pitture antiruggine su supporto di acciaio per ambiente urbano o rurale con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9864 - Idem per ambiente marino od industriale. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9865 - Idem per ambiente misto.
- UNI 9866 - Prodotti vernicianti. Pitture di fondo. Zincati organici ad alto contenuto di zinco metallico. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.
- UNI 9867 - Idem per zincati inorganici.
- UNI 9868 - Prodotti vernicianti. Pitture di finitura su supporto di acciaio per ogni tipo di ambiente con essiccamento e/o reticolazione a temperatura ambiente. Requisiti per la caratterizzazione e l'identificazione.

In ogni caso, e con riguardo alle pitture antiruggine di più comune impiego, si prescrive:

- a) - *Antiruggine a olio al minio di piombo*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.1. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità  $2,80 \div 3,40$ , finezza di macinazione  $20 \div 40$  micron, essiccazione f.p. max. 6 ore, essiccazione max. 72 ore.
- b) - *Antiruggine oleosintetica al minio di piombo*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.2. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità  $2,10 \div 2,40$ , finezza di macinazione  $30 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- c) - *Antiruggine al cromato di piombo*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.3. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova, i seguenti risultati: densità  $1,50 \div 1,80$ , finezza di macinazione  $20 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.
- d) - *Anticorrosiva al cromato di zinco*: Dovrà corrispondere alle caratteristiche di cui al punto 4.4. del Manuale UNICHIM 43 e dare, in prova i seguenti risultati: densità  $1,35 \div 1,48$ , finezza di macinazione  $30 \div 40$  micron, essiccazione all'aria max. 16 ore.



e) - *Anticorrosive al catrame e speciali*: Dovranno possedere caratteristiche medie di composizione e fisico-meccaniche rientranti nei limiti di cui alla Tabella 41. Dovranno inoltre presentare resistenza alle corrosioni chimiche correlate alle condizioni di impiego e comunque non inferiore alle specifiche particolari richieste.

**TAB. 41 - Pitture anticorrosive al catrame e speciali. Limiti percentuali di composizione e resistenza alle sollecitazioni fisico-meccaniche**

COMPONENTI — — — Caratteristiche fisico-meccaniche	PITTURE ANTICORROSIVE								
	Catranose	Catranose Epossidiche	Epossidiche	Catranose Fenoliche	Fenoliche	Poliesteri	Poliuretatiche	Viniliche	Epossiviniliche
Pece di catrame	40/60	15/30	--	15/20	--	--	--	--	--
Resina	--	15/30	25/40	20/30	30/40	40/50	30/45	15/30	25/30
Solvente (max.)	40	30	15	15	10	20	30	65	20
Carica e pigmento (max.)	30	40	60	50	60	40	40	20	55
Limiti sulla composizione delle Ceneri: silicati min. 30% carbonati max. 20%, solfati max. 20%									
Resistenza alla temperatura in immersione (°C)	+ 45	+60	+90	+60	+90	+90	+100	+60	+60
Salto termico a caldo (°C)	70	90	120	90	120	120	130	90	90
Durezza min. Sward-Rocher	4	15	20	15	25	30	20	10	10
Imbutitura	4	4	4	2	2	2	3	3	3

Le prove termiche, nonché quelle di durezza, di imbutitura e di impermeabilità, verranno eseguite su rivestimento di 100 micron applicato a lamierini di acciaio dolcissimo conformemente alle norme UNI; quelle di corrosione, su rivestimento di 400 micron; quelle di urto, su rivestimento di 200 micron applicato su provino di calcestruzzo. Al termine delle prove, i rivestimenti non dovranno presentare spaccature, sfogliature, vescicature, distacchi o alterazioni di sorta. L'eventuale alterazione di colore del rivestimento non sarà comunque considerata motivo di inidoneità.

### 48.3. VERNICI

Saranno perfettamente trasparenti e derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flatting grasse e fini) o da resine sintetiche, escludendosi in ogni caso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Dovranno formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistere all'azione degli olii lubrificanti e della benzina. In termini quantitativi presenteranno adesività 0%, durezza 24 Sward Rocker, essiccazione f.p. 4 ÷ 6 ore, resistenza all'imbutitura per deformazioni fino ad 8 mm. Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretatiche, al clorocaucciù, ecc.) saranno approvvigionate nelle loro confezioni sigillate e corrisponderanno perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste. Caratteristiche comuni saranno comunque l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità d'essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed agli agenti atmosferici in generale.



#### 48.4. SMALTI <sup>(129)</sup>

Nel tipo grasso avranno come leganti le resine naturali e come pigmenti diossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco. Nel tipo sintetico avranno come componenti principali le resine sintetiche (nelle loro svariate formulazioni: alchidiche, maleiche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) ed il bianco titanio rutilo e, come componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonimento, anticoloranti, ecc.). Gli smalti sintetici, prodotti di norma nei tipi *per interno* e *per esterno*, presentano adesività 0%, durezza 26 Sward Rocker, finezza di macinazione inferiore a 12 micron, massa volumica  $1,10 \pm 20\%$  kg/dm<sup>3</sup>, resistenza all'imbutitura per deformazione fino ad 8 mm. Gli smalti presenteranno altresì ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata (per i lucidi non inferiore a 90 Gloss, per i satinati non superiore a 50 Gloss), nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere. Anche gli smalti, come le vernici, saranno approvvigionati in confezioni sigillate, con colori di vasta campionatura. Per i metodi di prova si rimanda alle precedenti elencazioni.

#### ***Art. 9 - PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI***

##### 49.0. GENERALITÀ

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità rispondente ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni. Per i tubi di cemento armato in pressione la qualità dei materiali dovrà essere particolarmente rapportata alle condizioni di posa: verranno pertanto usati cementi resistenti ai solfati ove il contenuto totale di solfati solubili dovesse superare nel terreno i 3000 mg/kg di terreno o i 600 mg/kg di acqua di sottosuolo e comunque per terreni impregnati di acqua di mare. In ogni caso il contenuto massimo ammissibile di cloruri nel calcestruzzo dovrà essere, in percentuale del peso di cemento: 0,4% per i tubi di calcestruzzo armato e 0,2% per i tubi di calcestruzzo precompresso. La resistenza minima a 28 giorni, in entrambi i casi, dovrà essere di 35 MPa (N/mm<sup>2</sup>). Vale la norma:

UNI EN 639 - Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali.

## 49.1. MANUFATTI DIVERSI

### 49.1.1. Canalette di drenaggio

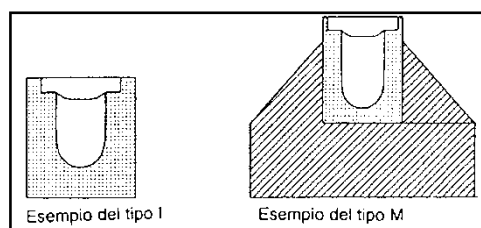
Potranno essere di tipo "I" (non richiedenti ulteriore supporto) o di tipo "M" (richiedenti un supporto aggiuntivo: di norma un massetto rinfiato). Dovranno comunque essere marcate CE e rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

UNI EN 1433- Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni. Classificazione, requisiti di progettazione e di prova. Marcatura e valutazione di conformità.

Le canalette di drenaggio saranno classificate, in conformità al loro uso previsto, in: A15, B125, C250, D400, E600 e F900; tale classifica sarà posta in

correlazione alla situazione di posa in opera secondo uno dei 6 gruppi di posa previsti al punto 5 della norma. Il calcestruzzo dovrà essere conforme al punto 6.3.3 della norma e dovrà avere resistenza a compressione non inferiore a  $45 \text{ N/mm}^2$ . La marcatura dovrà riportare il riferimento alla norma, il marchio di identificazione, la classe, il tipo di prodotto (I o M), la data di produzione, il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

FIG. 11 - Canalette di drenaggio in calcestruzzo. Tipi.



### 49.1.2. Lastre per mantellate

Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di  $25 \times 50 \times 5 \text{ cm}$  e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso di resistenza  $R_{ck}$  non inferiore a  $25 \text{ N/mm}^2$ . Le lastre presenteranno superficie in vista liscia e piana, spigoli vivi, fianchi conformati a giunto aperto e conveniente stagionatura.

### 49.1.3. Elementi a griglia per mantellate

Salvo diversa prescrizione, avranno dimensioni di circa  $0,25 \text{ m}^2$  e saranno realizzate con conglomerato cementizio vibro-compresso, di resistenza non inferiore a  $30 \text{ N/mm}^2$ , opportunamente armato con tondini di acciaio del diametro minimo di 3 mm. Ogni elemento avrà uno spessore di  $9 \div 10 \text{ cm}$  e massa compresa tra  $30 \div 35 \text{ kg}$ ; presenterà inoltre cavità a tutto spessore, di superficie pari circa il 40% dell'intera superficie, e naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro. Potranno essere richiesti pezzi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato (da utilizzarsi in quelle particolari posizioni in cui fossero previsti sforzi di trazione, specie in corrispondenze di cambiamenti di pendenza del rivestimento) ed inoltre pezzi speciali per la protezione delle superfici coniche.



## Art. 10 - LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI

### 50.1. BITUMI

#### 50.1.1. Bitumi per usi stradali

Dovranno rispettare le prescrizioni di cui alla seguente norma:

UNI EN 12591 - Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

La designazione dei bitumi sarà effettuata sulla base delle classi di penetrazione a 25 °C riportate

**TAB. 44 a - Bitumi per usi stradali. Caratteristiche parziali per i bitumi di maggior uso (da App. NA della norma)**

"Caratteristica"	Unità	Metodo di prova	Designazione delle classi			
			35/50	50/70	70/100	160/220
Valore della penetrazione	x 0,1 mm	EN 1426	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di ramollimento	°C	EN 1427	50-58	46-54	43-51	35-43
Punto di rottura Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-15
Punto di infiammabilità, valore minimo	°C	EN 22592	240	230	230	220
Solubilità, valore minimo	%	EN 12592	99	99	99	99
Resistenza all'indurimento		EN 12607-1	0,5	0,5	0,8	1

nel prospetto 1 della norma delle quali, in Tab. 44 a, si riportano quelle di maggior uso in Italia. Per gli usi stradali il campo di applicazione sarà definito dal 20/30 per l'asfalto colato, dal 35/50 e dal 50/70, per i conglomerati chiusi, dal 70/100 per i trattamenti a penetrazione ed i pietrischetti bitumati e dal 160/220 per i trattamenti a semipenetrazione.

Potranno venire impiegati anche bitumi modificati o bitumi sfusi rispondenti alle norme UNI EN 14023 e prEN 13924.

#### 50.1.2. Bitumi da spalmatura

Dovranno essere del tipo ossidato e rispondere ai requisiti di cui alla seguente norma di unificazione:

UNI 4157 - Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione. I bitumi saranno forniti in uno dei tipi indicati nella Tabella 44 b. L'indice di penetrazione sarà determinato con il metodo riportato nelle norme UNI.

**TAB. 44 b - Bitumi da spalmatura. Tipi e caratteristiche**

CARATTERISTICA	Unità di misura	TIPO						
		1	2	3	4	5	6	7
Punto di ramollimento P.A.	°C	50 a 60	60 a 70	80 a 90	95 a 105	95 a 105	105 a 115	110 a 120
Penetrazione a 25 °C	10 <sup>-1</sup> mm	40 a 50	25 a 35	20 a 30	35 a 45	10 a 20	25 a 35	10 a 20
Indice di penetrazione		min. -0,5	min. 0,5	min. 2,5	min. 5,5	min. 3	min. 5,5	min. 4,5
Punto di rottura Fraass	°C	max. -6	max. -12	max. -10	max. -18	max. -18	max. -13	max. -5
Solubilità in solventi organici	%	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5	min. 99,5





### 50.1.3. Bitumi liquidi

Bitumi di fluidità nettamente maggiore dei precedenti (per la presenza in essi di olii provenienti dal petrolio o dal catrame di carbon fossile e destinati ad evaporare, almeno in parte, dopo l'applicazione) dovranno soddisfare alle *"Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi"* di cui al Fasc. n. 7 CNR diffuso con circolare ministeriale 30 settembre 1957, n. 2759.

### 50.1.4. Emulsioni bituminose

Dispersioni di bitumi di petrolio in acqua ottenute con l'impiego di emulsivi (oleato di sodio ed altri saponi di acidi grassi, resinati, colle animali o vegetali) ed eventuali stabilizzanti (idrati di carbonio, colle, sostanze alluminose) per aumentare la stabilità nel tempo e al gelo, dovranno avere capacità di legare il materiale lapideo al contatto del quale si rompono e rispondere alle *"Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali"* di cui al Fasc. n. 3/1958 CNR diffuso con Circolare del Ministero dei LL.PP. 2 aprile 1959, n. 842. Le norme non si applicano alle emulsioni a reazione acida ed a quelle preparate con bitumi liquidi. La classificazione è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse secondo la Tabella 45.

TAB. 45 – Emulsioni bituminose. Classificazione

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE	EMULSIONI						
	a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura	
	Tipo ER 50	Tipo ER 55	Tipo ER 60	Tipo EM 55	Tipo EM 60	Tipo EL 55	Tipo EL 60
1) Composizione: — contenuto in peso di bitume puro, minimo.....%	50	55	60	55	60	55	60
— contenuto in peso di emulsivo e di stabilizzante massimo.....%	1	1	1	1	2	2,5	2,5
2) Caratteristiche fisiche — indice di rottura.....%	maggiore di 0,9			compreso tra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	

In linea generale le emulsioni a rapida rottura dovranno essere impiegate nei trattamenti superficiali a penetrazione, quelle a media velocità di rottura negli impasti con sensibili percentuali di materiale fino, quelle a lenta velocità negli impasti con alta percentuale di materiale fino. Nel caso di impiego di rocce "acide" idrofile, dovranno usarsi emulsioni acide, adottando nella preparazione dell'emulsione emulsivi "cationici" quali le ammine ad alto peso molecolare, come la oleilamina, la stearilamina e derivati analoghi. Tali emulsioni dovranno essere adoperate, in sostituzione delle normali basiche, nei trattamenti da eseguire a stagione inoltrata con tempo freddo e umido. All'atto dell'impiego la Direzione dovrà accertare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l'emulsione dovrà essere scartata.



#### 50.1.5. Mastice bituminoso

Sarà ottenuto per intima mescolanza dei bitumi UNI 4157 di cui al precedente punto 54.1.2. e fibrette di minerali e/con dei filler in percentuali (in massa, riferite al prodotto finito) non superiori al 5% per le fibre e al 20% per il filler.

#### 50.2. ASFALTO E DERIVATI

Costituito di carbonato di calcio impregnato di bitume, dovrà essere naturale e provenire dalle più reputate miniere. L'asfalto sarà in pani, omogeneo, compatto, di grana fine e di tinta bruna.

##### 50.2.1. Polveri di rocce asfaltiche

Dovranno soddisfare le norme di cui al Fasc. n. 6 - C.N.R., diffuso con Circolare Ministero LL.PP. 17 luglio 1956, n. 1916. Le polveri asfaltiche per uso stradale dovranno avere un contenuto di bitume non inferiore al 7% del peso totale. Ai fini applicativi le polveri verranno distinte in tre categorie, delle quali la I per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio, la II per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle e la III come additivo per i conglomerati. Le polveri di I e II categoria dovranno avere finezza tale da passare per almeno il 95% dallo staccio 2 UNI 2332; quelle della III categoria, la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme CNR). In tutti i casi le polveri dovranno presentarsi di consistenza finemente sabbiosa e di composizione uniforme e costante.

##### 50.2.2. Mastice di asfalto

Preparato con polveri di rocce asfaltiche e bitume, con miscelazione a caldo, sarà fornito in pani di colore bruno-castano, compatti, omogenei, di tenacità e consistenza elastica, privi di odore di catrame. Il mastice dovrà rispondere, per designazione e caratteristiche, alla normativa UNI 4377; prove e determinazioni verranno effettuate con le modalità UNI da 4379 a 4385. Per la fornitura il mastice dovrà essere del tipo A UNI 4377 (con contenuto solubile in solfuro di carbonio del  $14 \div 16$  %). Non sarà consentito l'uso di mastice di asfalto sintetico.

##### 50.2.3. Asfalto colato

Costituito da mastice di roccia asfaltica, bitume ed aggregati litici calcarei di appropriata granulometria, dovrà presentare i requisiti di cui alla norma UNI 5654 ed in particolare contenuto di bitume non inferiore all'11%, punto di rammollimento  $60 \div 80$  °C, prova di scorrimento ed impermeabilità all'acqua positive; il bitume dovrà avere solubilità del 99% min. e penetrazione a 25 °C tra 20 ed 80 dmm. Per le altre caratteristiche si rinvia alla norma citata.



#### 50.2.4. Olii minerali per trattamenti con polveri asfaltiche

Gli olii asfaltici da impiegarsi nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo saranno di tipo diverso in rapporto alle polveri con cui verranno impiegati ed in rapporto anche alla stagione: tipo "A" per la stagione invernale e tipo "B" per quella estiva. In ogni caso gli olii dovranno presentare un contenuto in acqua non superiore allo 0,50%, in fenoli non superiore al 4% ed inoltre:

*a) – Olii di tipo A (invernali):*

- per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25 °C da 3 a 6; punto di rammollimento del residuo a 330 °C (palla ed anello) 30 ÷ 45 °C;
- per polveri siciliane: viscosità Engler a 50 °C al massimo 10; punto di rammollimento c.s. 55 ÷ 70 °C;

*b) – Olii di tipo B (estivi):*

- per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25 °C da 4 a 8; punto di rammollimento c.s. 35 ÷ 50 °C;
- per polveri siciliane: viscosità Engler a 50 °C al massimo 15; punto di rammollimento c.s. 55 ÷ 70 °C.

#### 50.3. CARTA FELTRO

Composta da una mescolanza appropriata di fibre tessili naturali (animali, vegetali), sintetiche e minerali, non collate e con alto potere assorbente, dovrà soddisfare le prescrizioni della norma UNI 3682. Potrà essere richiesta nel tipo "C" (160, 180, 220, 260, 315, 450) o nel tipo "R" (224, 280, 333, 400, 450), la sigla numerica corrispondendo alla massa areica ( $\pm 5\%$ ). Per la fornitura la carta presenterà superficie regolare senza difetti di sorta.

### ***Art. 11 - GUARNIZIONI – IDROFUGHI – IDROREPELLENTI – ADDITIVI***

#### 51.1. GUARNIZIONI

##### 51.1.0. Generalità

Materiali di tenuta al pari dei sigillanti, ma allo stato solido preformato (e anche prevulcanizzato o prepolimerizzato), potranno essere costituiti da prodotti elastomerici o da materie plastiche. Con riguardo alla struttura fisica e alle caratteristiche meccaniche le guarnizioni si distingueranno poi in *compatte* (normali o strutturali, quest'ultime dotate anche di portanza meccanica) ed *espansive* (a celle aperte o chiuse). Caratteristiche comuni dovranno essere comunque l'ottima elasticità, la morbidezza, la perfetta calibratura, la resistenza agli agenti atmosferici e in generale all'invecchiamento. Resta stabilito comunque che, ove non diversamente prescritto, le guarnizioni saranno fornite nel tipo elastomerico. Vale la norma:



## Studio Associato Barbieri

UNI EN 681-1 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.

### 51.1.1. Guarnizioni elastomeriche

Avranno le prestazioni prescritte in Elenco o dichiarate dal produttore ed accettate dalla Direzione dei lavori. Per le prove si farà riferimento alle norme UNI, UNI EN o UNI EN ISO o, in subordine, alle norme ASTM o a quelle diverse di cui alla certificazioni di riferimento.

### 51.1.2. Guarnizioni in cloruro di polivinile (PVC)

Realizzate con cloruro di polivinile ad alto peso molecolare ( $K > 70$ ), avranno resistenza a trazione compresa tra  $14 \div 20$  MPa, allungamento a rottura compreso tra  $200 \div 350\%$  e durezza Shore A compresa tra  $76 \div 80$  punti. Le guarnizioni presenteranno vasta gamma di colori e inoltre ottima resistenza all'invecchiamento, agli acidi e basi concentrate, alle soluzioni saline e agli agenti ossidanti. Le temperature d'impiego saranno comprese tra  $-25/ + 50$  °C; le caratteristiche meccaniche corrisponderanno alle norme stabilite per le guarnizioni (ASTM C-542 od UNI).

### 51.1.3. Guarnizioni in poliuretano espanso

Saranno di norma costituite da espansi a celle aperte (densità  $60 \div 80$  kg/m<sup>3</sup>) impregnati di una speciale miscela bituminosa (in rapporto di  $80 \div 90$  kg/m<sup>3</sup>). La schiuma sarà autoestinguente e inoltre resistente agli acidi, alle basi, agli agenti atmosferici e alla temperatura (fino a 100 °C). In applicazione, le proprietà di tenuta saranno determinate dai seguenti gradi di compressione:

- al 50% dello spessore originario, per la tenuta all'aria e alla polvere;
- al 25% dello spessore originario, per la tenuta agli agenti atmosferici;
- al 15% dello spessore originario, per la tenuta al vapore e all'acqua (idrostatica).

## 51.2. IDROFUGHI

Qualunque sia la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte o ai calcestruzzi cui verranno addizionati efficace e duratura impermeabilità senza peraltro alterare le qualità fisico meccaniche delle stesse né aggredire gli eventuali ferri di armatura. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonché, per intonaci cementizi a contatto con acque potabili, non alterare in alcun modo i requisiti di potabilità. Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate riportanti, oltre al tipo di materiale, il nome della ditta produttrice e le modalità di impiego. Le caratteristiche del prodotto dovranno essere adeguatamente certificate.



### 51.3. IDROREPELLENTI

Costituiti in linea generale da resine siliconiche in soluzione acquosa o in solvente, dovranno essere compatibili con i materiali sui quali verranno applicati, dei quali non dovranno in alcun modo alterare le proprietà, né l'aspetto o il colore. Tali prodotti saranno perciò perfettamente trasparenti, inalterabili agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, agli sbalzi di temperatura e dovranno conservare la porosità e la traspirabilità delle strutture. Prove di idrorepellenza, effettuate su campioni di materiale trattato e sottoposti per non meno di 5 ore a getti di acqua continuati, dovranno dare percentuali di assorbimento assolutamente nulle. Gli idrorepellenti dovranno essere approvvigionati come al precedente punto 55.4. Le qualità richieste dovranno essere idoneamente certificate e garantite per un periodo di durata non inferiore a 5 anni.

### 51.4. ADDITIVI

Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aereanti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno rispettare le specifiche della normativa UNI EN 934 (2-3-4-6); in particolare, per i calcestruzzi, la norma UNI EN 934-2, richiamata al paragrafo 11 del D.M. 14 settembre 2005, e che qui si riporta in titolo:

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

Gli additivi dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche del calcestruzzo o della malta (lavorabilità, resistenza, impermeabilità, uniformità, adesione, durabilità) e dovranno essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di laboratorio, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti e alle disposizioni vigenti. Gli additivi a base di aggregati metallici ferrosi catalizzati, per malte e calcestruzzi esenti da ritiro o a espansione controllata, dovranno essere esenti da prodotti chimici generatori di gas, nonché da oli, grassi e particelle metalliche non ferrose; l'aggregato metallico base sarà permeabile all'acqua e non conterrà più dello 0,75%; di materiale solubile in acqua. Tutti gli additivi per calcestruzzi e malte dovranno essere marcati CE; detta marcatura riporterà le informazioni contenute nella Fig. ZA.1 di cui all'Appendice ZA della norma. Il sistema di attestazione della conformità alla parte armonizzata della norma di riferimento sarà, per i calcestruzzi, del tipo "2+". Si richiamano inoltre le UNI 8146 (Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi) e la UNI 9527 (Prodotti ausiliari per impasti cementizi a base di polimeri organici).



## *Art. 12 - PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE*

### 52.0 GENERALITÀ

Per la definizione, la classificazione e le prescrizioni sulle materie plastiche in generale, si farà riferimento alla normativa UNI (Materie plastiche), (Prove sulle materie plastiche), (Prodotti semifiniti e finiti di materie plastiche).

### 52.1. TUBI E RACCORDI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

#### 52.1.0. Generalità

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile, esenti da plastificanti e opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

- UNI EN 1401-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI EN 1452-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.
- UNI EN 1452-2 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi.
- UNI EN 1453-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.
- UNI EN 1456-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- UNI 10968 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.



### 52.1.1. Tubi e raccordi per adduzione d'acqua

Saranno fabbricati con una composizione di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e additivi in misura e qualità tali da non costituire pericolo tossico, organolettico o microbiologico (tali caratteristiche estendendosi a tutti i componenti del sistema) e da non influenzare le proprietà fisico-meccaniche dei prodotti e quelle di incollaggio. I tubi avranno parete opaca e saranno colorati a spessore nei colori grigio, blu e crema. Avranno diametro esterno nominale e spessori nominali di parete come da Tab. 48 dove il coefficiente di impiego è un coefficiente di sicurezza. La massa volumetrica " $\rho$ " dei tubi, misurata secondo ISO 1183 a 23 °C, dovrà essere compresa tra 1350 e 1460

kg/m<sup>3</sup>; la resistenza minima richiesta, MRS, come definita dalla EN 1452-1, dovrà essere di almeno 25 MPa (N/mm<sup>2</sup>). La pressione operativa ammissibile (PFA), per temperature fino a 25 °C, sarà uguale alla pressione nominale PN; per temperature comprese tra 25 e 45 °C, alla PN sarà applicato un coefficiente di riduzione da-to dal diagramma riportato nell'Appen-dice A della UNI 1452-2.

Come caratteristiche meccaniche i tubi con spessore nominale di parete  $\leq 14,9$  mm, provati secondo EN 744, dovranno avere un TIR (percentuale reale di rottura)  $\leq 10\%$ ; i tubi della serie da S5 a S10 dovranno

**TAB. 48 - Tubi e raccordi per adduzione d'acqua. Spessori nominali di parete minimi (mm)**

Diametro esterno nominale	Spessore di parete nominale (minimo)						
	Serie Tubi S						
	S 20 (SDR 41)	S 16 (SDR 33)	S 12,5 (SDR 26)	S 10 (SDR 21)	S 8 (SDR 17)	S 6,3 (SDR 13,6)	S 5 (SDR 11)
$d_n$	Pressione nominale PN basata sul coefficiente di impiego (progetto) $C = 2,5$						
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
40		1,5	1,6	1,9	2,4	3,0	3,7
50		1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6
63		2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75		2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90		2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
	Pressione nominale PN basata sul coefficiente di impiego (progetto) $C = 2,0$						
	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
110	2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0
125	3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4
140	3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7
160	4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6
180	4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4
200	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2
225	5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	—
250	6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	—
280	6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	—
315	7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	—
355	8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	—
400	9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	—
450	11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	—
500	12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	—
560	13,7	17,2	21,4	26,7	—	—	—
630	15,4	19,3	24,1	30,0	—	—	—
710	17,4	21,8	27,2	—	—	—	—
800	19,6	24,5	30,6	—	—	—	—
900	22,0	27,6	—	—	—	—	—
1000	24,5	30,6	—	—	—	—	—

essere sottoposti a prova di livello medio, M, e quelli della serie da S12,5 a S20, a prova di livello elevato, H, secondo il prospetto 6 della norma. Si farà invece riferimento al prospetto 7 per la prova di resistenza alla pressione idrostatica interna (secondo EN 921). I tubi dovranno presentare temperatura di rammollimento Vicat  $\geq 80$  °C, ritiro longitudinale  $\leq 5\%$  e non devono contenere cloruro di vinile monomero in quantità maggiore di 1 ppm (ISO 6401). La marcatura sarà conforme al prospetto 10 della norma e dovrà contenere, oltre alle informazioni di rito, il diametro esterno nominale  $\square$  spessore di parete e la pressione nominale PN. Per i tubi destinati



## Studio Associato Barbieri

alla distribuzione di acqua, si dovrà avere una marcatura supplementare con la parola "ACQUA".

### 52.1.2. Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Definiti dai codici "U" e "UD" in rapporto all'area di applicazione, saranno formati con PVC-U e idonei additivi,

con contenuto di

PVC non

inferiore all'80%

in massa per i

tubi e all'85%

per i raccordi

stampati ad

iniezione, il tutto

conformemente

alla norma UNI

EN 1401-1

**TAB. 49 - Tubi di PVC-U per condotte di scarico interrato. Diametri nominali e spessori**

Diametro nominale DN/OD Diametro esterno nominale $d_n$	Diametro esterno medio $d_{em,max}$	SN2 SDR51		SN4 SDR41		SN8 SDR34	
		$e_{min}$	$e_{min,max}$	$e_{min}$	$e_{min,max}$	$e_{min}$	$e_{min,max}$
110	110,3	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125,3	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160,4	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200,5	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250,5	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315,6	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
400	400,7	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
500	500,9	9,8	11,0	12,3	13,8	14,5	16,3
630	631,1	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
800	801,3	15,7	17,5	19,6	21,8	-	-
1000	1001,6	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Nota: Per le definizioni e la simbologia v. il punto 3 della UNI EN 1401-1

riportata nelle generalità, con particolare riferimento ai Prospetti 1 e 2 della stessa e ai metodi di prova di cui alla UNI EN 291. Saranno colorati in tutto il suo spessore, di regola nei colori marrone arancio (RAL 8023) o grigio (RAL 7037). I diametri esterni e gli spessori minimi e massimi dovranno essere conformi, in rapporto alla diversa rigidità anulare nominale SN ( $kN/m^2$ ) ai valori riportati nella Tabella 49; lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione), misurato direttamente dopo la produzione, dovrà essere non superiore a  $0,024 d_n$ . Per le dimensioni dei raccordi, dei bicchieri e dei codoli, sarà fatto riferimento ai punti 6.3 e 6.4 della UNI EN citata; per la tipologia dei raccordi, al punto 6.5. I tubi presenteranno una percentuale reale di rottura (TIR) da prova d'urto non superiore al 10% (prova EN 744) ed inoltre una temperatura di rammollimento Vicat (VST) superiore a  $79^\circ C$  ed un ritiro longitudinale (EN 743) non superiore al 5%. Per i raccordi si farà riferimento ai Prospetti 11 e 13 della norma. I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.





## Art. 13 - APPARECCHI IDRAULICI

### 53.0. GENERALITÀ

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali da impiegare nell'esecuzione delle condotte e delle cabine di manovra dovranno uniformarsi ai tipi specificati in progetto e corrispondere esattamente alle prescrizioni delle relative norme di unificazione nonché ai modelli approvati dalla Direzione Lavori e depositati in campionatura. I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, se del caso sbavate e ripassate allo scalpello o alla lima. I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione al tornio e presentare inoltre una o più rigature circolari concentriche per aumentare la tenuta con guarnizione. Del pari dovranno essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti nonché i fori dei coperchi e delle flange di collegamento. Tutti i pezzi in ghisa dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere catramati o bitumati internamente ed esternamente. Le superfici esterne grezze in bronzo, rame, ottone, se non diversamente prescritto, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà inoltre risultare, di fusione o con scritta indelebile, la denominazione della ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale e le frecce indicanti la direzione della corrente. L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche gli apparecchi forniti dall'Appaltatore, intendendosi a totale carico dello stesso, come peraltro specificato nelle condizioni generali di fornitura, tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli Istituti di prova, dei campioni che la Direzione intendesse sottoporre a verifica.

### 53.1. VALVOLE PER LA FORNITURA D'ACQUA

#### 53.1.1. Generalità e materiali

Le valvole per la fornitura d'acqua dovranno essere realizzate e fornite nel rispetto delle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 1074-1 - Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica. Requisiti generali e delle parti specifiche da 2 a 6 che trattano: valvole di intercettazione; valvole di ritegno; sfiati di aria; valvole di regolazione; idranti. Su una fiancata del corpo delle valvole dovranno essere ricavati di fusione, o impressi in modo leggibile e indelebile, il marchio di fabbrica, il *diametro nominale*, la *pressione nominale* e la *sigla* indicante il materiale del corpo. Sul bordo delle flange dovrà essere indicata la dima di foratura (es. Dima PN10). I DN dovranno essere selezionati tra quelli indicati nella EN 805, con il limite superiore uguale al DN 2000. Per le valvole minori di DN 50 sono obbligatorie solamente le tre seguenti marcature: PN, marchio di fabbrica, riferimento alla norma di prodotto.



Sulle saracinesche di ghisa la bitumatura dovrà essere effettuata con le modalità di cui al punto 51.0. (nota). La verniciatura dovrà invece essere effettuata su tutte le saracinesche di ghisa che non verranno, per apposita disposizione, bitumate e su quelle di acciaio, nonché sulle scatole dei comandi.

#### 53.1.2. Pressioni

TAB. 54 - Rapporti tra le pressioni caratteristiche e quella nominale

Le valvole destinate a sistemi idrici rientrano nella designazione PN e dovranno essere progettate in modo che le loro pressioni caratteristiche PFA (pressione di esercizio ammissibile), PMA (pressione massima ammissibile) e PEA (pressione di prova ammissibile) siano conformi alla Tab. 54 per la corrispondente PN.

PN	PFA bar	PMA bar	PEA bar
6	6	8	12
10	10	12	17
16	16	20	25
25	25	30	35

#### 53.1.3. Temperature

Le valvole dovranno sopportare temperature di esercizio da 0 °C (escluso il gelo) a 40 °C e temperature di stoccaggio da -20 °C a 70 °C.

#### 53.1.4. Tipi di estremità e intercambiabilità

Le valvole dovranno rispettare i requisiti normalizzati dei relativi sistemi di tubazioni. Per l'intercambiabilità delle valvole frangiate, il loro scartamento dovrà essere in accordo con la EN 558-1 e le loro flange con le norme EN citate al punto 4.6 della UNI EN 1074-1.

#### 53.1.5. Velocità massima dell'acqua

In condizioni di portata costante, le valvole dovranno poter sopportare una velocità di flusso di 2,5 m/s per PFA di 6 bar, di 3 m/s per PFA di 10 bar, di 4 m/s per PFA di 16 bar e di 5 m/s per PFA di 25 bar.

#### 53.1.6. Tenuta

Le valvole dovranno garantire la tenuta ad una pressione d'acqua interna uguale al maggiore dei due valori: PEA ovvero 1,5 □ PFA. Inoltre una tenuta all'entrata di aria, acqua ed ogni corpo estraneo.



#### 53.1.7. Prove

Tutte le saracinesche dovranno essere sottoposte alle prove di pressione del corpo e di tenuta delle sedi. Le prove saranno effettuate con le modalità riportate nelle rispettive norme ed avranno durata non inferiore a 10 minuti e comunque sufficiente per constatare la perfetta tenuta del corpo e delle sedi.

#### 53.1.8. Attestato di conformità

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla Stazione appaltante un attestato di conformità, rilasciato dal fabbricante, con il quale verrà certificato che le saracinesche fornite sono conformi alla norma UNI richiamata ed a quant'altro è stato oggetto di specifica richiesta.

#### 53.2. VALVOLE PER CONDOTTE GAS

Dovranno rispondere, in rapporto ai campi di impiego, alle prescrizioni della seguente norma:

UNI EN 14141 - Valvole per il trasporto di gas naturale in condotte. Requisiti prestazioni e prove.

UNI EN ISO 14723 - Industria del petrolio e del gas naturale. Sistemi di condotte di trasporto. Valvole per condotte sottomarine.

### ***Art. 14 - MATERIALI DIVERSI E SPECIALI***

#### 54.1. ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

##### 54.1.1. Dispositivi di chiusura per camerette d'ispezione

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare o circolare, secondo prescrizione, con coperchi chiusini o tamponi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm. I materiali di costruzione saranno la ghisa grigia (almeno R 150 UNI ISO 185), la ghisa sferoidale o l'acciaio, impiegati da soli o in unione al calcestruzzo. In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti norme di unificazione:

UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità.

I coperchi potranno essere dotati di fori di aerazione di sezione totale non inferiore a: 5% della superficie del cerchio (DN quota di passaggio) per i chiusini aventi quota non superiore a 600 mm; 140 cm<sup>2</sup> chiusini con quota superiore. Sotto tali coperchi, inoltre, potrà essere richiesta l'installazione di opportuni cestelli in lamiera di acciaio zincata, per la raccolta dei corpi solidi. Le superfici di contatto dei chiusini, dalla Classe A 15 alla classe F 900 dovranno garantire la



dovuta stabilità e silenziosità di esercizio, in particolar modo per le classi D 400, E 600 e F 900. Queste condizioni potranno essere ottenute con tutti i mezzi appropriati, quali: lavorazione meccanica, inserimento di guarnizioni elastiche, appoggio su tre punti, ecc. purché approvati dalla Direzione Lavori. Ogni chiusino dovrà riportare, di fusione, il *nome e/o la sigla del fabbricante* e la *classe*, funzione quest'ultima del carico di prova in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55.

TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde .....	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari).....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette .....	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali).....	40,0

\* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

#### 54.1.2. Griglie e chiusini per pozzetti stradali (caditoie)

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inghinocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124. In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze. Gli eventuali cestelli per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti. In rapporto all'utilizzazione il carico di prova sarà stabilito come alla Tab. 59.

#### 54.1.3. Gradini per pozzetti di ispezione

Potranno essere, secondo prescrizione, in ghisa, in acciaio galvanizzato o zincato, o ancora in acciaio inossidabile. Potranno inoltre avere forma di bacchette (tipo DIN 19555) o di staffe (tipo corto: DIN 1211B; medio: DIN 1211A; lungo: DIN 1212). Nel primo caso il diametro dovrà essere non inferiore a 20 mm; nel secondo caso lo stesso limite sarà rispettato dalla sezione di incastro dei bracci a mensola. In tutti i casi i gradini dovranno essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.



## 54.2. MATERIALI PER GIUNZIONI

### 54.2.1. Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevi il rispetto della normativa UNI EN 681-1 e comunque i seguenti dati:

- la classe di durezza (come definita al punto 3. della EN 681-1) espressa in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) e determinata secondo UNI 7318;
- la resistenza a trazione (che comunque non dovrà risultare inferiore a 9 MPa);
- l'allungamento a rottura, in %, il cui valore minimo, determinato secondo ISO 37, non dovrà risultare inferiore ai valori riportati nel prospetto 2 della UNI EN 681/1;
- la deformazione massima residua a compressione, i cui valori non dovranno superare quelli riportati nello stesso prospetto;
- i risultati della prova di invecchiamento e di rilassamento, con riferimento ai valori e ai metodi di prova riportati in prospetto 2 della UNI EN citata.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici. Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche. Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea. Ogni guarnizione (o unità di imballaggio di elementi di tenuta) dovrà essere marcata in modo chiaro e durevole con le seguenti indicazioni: dimensione nominale, identificazione del fabbricante, tipo di applicazione e classe di durezza, marchio di certificazione dell'organismo di controllo, trimestre ed anno di fabbricazione, eventuali caratteristiche particolari ed infine l'indicazione abbreviata della gomma. Per le guarnizioni relative alle condotte di gas, si farà riferimento alla seguente norma di unificazione:

UNI EN 682 - Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas e idrocarburi fluidi.

Gli elementi di tenuta in elastomero per tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi saranno classificati in base alla loro durezza secondo le categorie riportate in Tab. 56 ed avranno i requisiti riportati al punto 4 della norma, particolarmente compendati nei prospetti 2 e 3 della stessa. Per la designazione, le applicazioni e la temperatura di esercizio, si farà



riferimento alla Tab. 57.

**TAB. 56 - Guarnizioni in elastomero per gas e idrocarburi liquidi. Categorie di durezza**

Categoria di durezza	50	60	70	80	90
Campo di durezza, IRHD	46-55	56-65	66-75	76-85	86-95

Ogni elemento di tenuta, o unità imballaggio di elementi di tenuta dovrà essere marcato in maniera indelebile con le seguenti indicazioni: dimensione no-minale; marchio di fabbrica; riferimento alla norma e ti-po e categoria di durezza; ti-po di elastomero (in sigla); caratteristiche particolari. Per la marcatura CE e l'etichettatura, sarà fatto riferimento all'Appendice ZA.3.

#### 54.2.2. Corda catramata

Dovrà essere di canapa (commercialmente chiamata "tozzo"), del diametro di  $15 \div 20$  mm, formata da quattro o cinque capi leggermente ritorti; sarà ben ventilata e stagionata nonché fortemente ed uniformemente imbevuta di catrame vegetale. Non dovrà assolutamente presentare inclusione di juta o di altra fibra vegetale meno resistente della canapa né dovrà essere imbevuta con bitume derivato dalla distillazione del gas illuminante.

#### 54.2.3. Mastici bituminosi per giunzioni plastiche a caldo

Ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile od altre simili sostanze plastiche, dei riempitivi insolubili in acqua e non rigonfiabili, tali prodotti dovranno essere resistenti alle radici, avere un punto di rammollimento di almeno  $70^{\circ}\text{C}$ , presentarsi tenaci, resistenti e non fragili alla temperatura di  $0^{\circ}\text{C}$ , avere un punto di fusibilità inferiore a  $180^{\circ}\text{C}$  (al fine di evitare l'evaporazione degli additivi tossici per le radici) e presentare infine una buona adesività alla temperatura di fusione. Le sostanze impiegate per la produzione dei mastici bituminosi non dovranno inoltre avere effetti tossici sugli operai o sulle acque freatiche, né dovranno essere additivate con fenoli volatili.

#### 54.2.4. Mastici per giunzioni plastiche a freddo

Ottenuti con sostanze a base di bitume o pece di catrame di carbon fossile, i prodotti presenteranno una consistenza plastico-dura, tale però da consentire la lavorazione con i normali mezzi di cantiere ad una temperatura propria di  $+10^{\circ}\text{C}$  (mastici plastici o mastici spatolabili). Gli eventuali additivi emollienti non dovranno essere volatili, e ciò onde evitare l'eccessivo indurimento della massa sigillante.



### 54.3. MATERIALI PER RIVESTIMENTI PROTETTIVI

#### 54.3.1. Bitume e miscela bituminosa

Dovranno avere le caratteristiche riportate nella Tabella 58.

**TAB. 58 - Materiali per rivestimenti bitumati. Caratteristiche**

CARATTERISTICHE	Unità di misura	MATERIALI		
		Vernice bituminosa	Bitume ossidato matrice per miscela	Miscela bituminosa
Punto di rammolimento (P.A.)	°C	100 ÷ 110	100 ÷ 110	100 ÷ 120
Penetrazione a 25 °C.	dmm	< 25	< 25	< 20
Punto di rottura Fraass	°C	< -8	< -8	< -6

### 54.4. APPARECCHI DI APPOGGIO

#### 54.4.1. Apparecchi metallici

Tanto gli apparecchi di tipo mobile, quanto quelli di tipo fisso, dovranno essere realizzati nel rispetto delle prescrizioni contenute al punto 11.5 delle *"Norme tecniche per la costruzione"* emanate con D.M. 14 settembre 2005. Le norme dovranno osservarsi anche nel caso in cui gli elementi metallici fossero costituiti da acciai di tipo speciale (al cromo, al nichel-cromo), ovvero da acciai trattati superficialmente con procedimenti chimici o elettrochimici, oppure da placcature o da combinazioni di acciai di diverse qualità. In ogni caso sarà prescritta la presentazione, da parte dell'Appaltatore, di apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei metalli. L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione, il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio. Tale progetto, che dovrà corrispondere alle norme ed ai tipi stabiliti dalla Direzione Lavori, o diversamente indicati, e alle disposizioni e norme vigenti in materia, dovrà contenere:

- la capacità portante degli apparecchi, il coefficiente di attrito e la durabilità;
- il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento (con esposizione separata dei contributi dovuti ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosse e al ritiro del calcestruzzo) tenuto conto di un congruo franco di sicurezza;
- l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità e il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- l'indicazione della preregolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo (se presente) al momento della posa;
- l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento alle norme UNI;
- l'indicazione delle reazioni che gli apparecchi dovranno sopportare, la verifica statica dei singoli componenti e la determinazione delle pressioni di contatto;
- l'indicazione delle modalità di collegamento degli apparecchi ai pulvini e alle strutture degli



## Studio Associato Barbieri

impalcati e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio. Nel caso in cui fosse previsto l'impiego di lamine di resine fluoro-carboniche (tipo Teflon) aventi potere autolubrificante, esse di regola dovranno coprire almeno il 75% della superficie di appoggio e dovranno essere incollate sull'elemento metallico di supporto a mezzo di adesivi speciali strutturali atti ad assicurare l'inamovibilità delle lamine nelle condizioni di maggiore sollecitazione. Il materiale potrà essere costituito di resina pura ovvero di resina caricata con vari agenti (fibre di vetro, grafite, ecc.) atti ad aumentarne la resistenza e il potere autolubrificante. Lo spessore delle lamine varierà da 6 mm (se incassate) a 15 mm, salvo diversa prescrizione. Nel caso di impiego di piastre in ottone, tale materiale dovrà risultare rispondente alle norme UNI in vigore.

### 54.4.2. Apparecchi di gomma e misti

Potranno essere di *tipo semplice*, costituiti da un solo strato di gomma (in generale di tipo policloroprenico, neoprene, ecc.) o di *tipo armato*, costituiti da strati alterni di gomma e di lamiera di acciaio tra di loro efficacemente incollati. La gomma avrà durezza Shore A di  $60 \pm 5$  punti (valore medio), carico di rottura a trazione non inferiore a  $13 \text{ N/mm}^2$  ed allungamento a rottura non inferiore al 50%. L'acciaio di armatura dovrà avere tensione di snervamento minima di  $235 \text{ N/mm}^2$ , tensione di rottura tra  $412 \div 520 \text{ N/mm}^2$  ed allungamento a rottura minimo del 23%. Dovrà farsi comunque riferimento alle norme della serie UNI EN 1337 richiamate nelle generalità e, per quanto non in contrasto con le stesse, alla norma CNR UNI 10018 (oggi ritirata) dal titolo "*Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli appoggi di gomma nelle costruzioni*".

### 54.5. SEGNALI STRADALI

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, alle dimensioni nonché alle misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del nuovo Codice della Strada (approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modifiche e integrazioni). I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 10/10 di mm ovvero in lamiera di alluminio semicrudo puro di spessore non inferiore a 25/10 o 30/10 di mm, secondo prescrizione e saranno rinforzati sul perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola; sul retro saranno dotati di attacchi speciali per l'ancoraggio dei sostegni. I segnali, sia di acciaio che di alluminio, dovranno essere idoneamente trattati contro la corrosione e verniciati; in particolare il retro e la scatolatura dei cartelli saranno rifiniti in colore grigio neutro opaco. I segnali dovranno riportare, sul retro, il nome del fabbricante, quello dell'Ente proprietario della strada e l'anno di fabbricazione. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di  $200 \text{ cm}^2$ , secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento. Per i segnali di precrizione, ad accettazione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, dovranno inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di prescrizione. L'Appaltatore sarà tenuto a presentare, per la relativa accettazione preliminare, i campioni rappresentativi della





## Studio Associato Barbieri

fornitura ed inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, dichiarazioni impegnative e certificati ufficiali di analisi da cui risultino:

- le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati nella fornitura;
- i tipi e i cicli di lavorazione eseguiti presso il fabbricante con l'indicazione delle attrezzature impiegate;
- le prove tecnologiche e le analisi fotometriche effettuate.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli agli accertamenti che riterrà opportuno eseguire presso riconosciuti Istituti specializzati. Il tutto a carico dell'Appaltatore che sarà pertanto tenuto, ove non fosse il diretto produttore, a comunicare tempestivamente il nome del fabbricante.

### 54.5.1. PELLICOLE RETRORIFLETTENTI

#### 54.5.1.1. Generalità

Le pellicole retroriflettenti, da impiegare nella realizzazione della segnaletica stradale, dovranno essere flessibili, piane e lisce, resistenti alla trazione ed all'abrasione nonché ai solventi, ai carburanti e lubrificanti, agli agenti atmosferici, alle atmosfere aggressive ed ai raggi ultravioletti. Le superfici inoltre dovranno essere stampabili con apposite paste serigrafiche trasparenti (e coprenti) e lavabili con detersivi anche forti senza subire decolorazione alcuna, o fessurazione o corrugamento. Per le proprietà di riflessione dovranno infine essere conformi alle prescrizioni di cui al D.M. 31 marzo 1995 che approva il "*Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali*". In termini qualitativi le pellicole retroriflettenti saranno ritenute accettabili se avranno superato positivamente le prove di *adesività*, di *flessibilità*, di *resistenza all'invecchiamento accelerato*, alla *nebbia salina*, all'*impatto*, al *calore*, ecc. di cui al Cap. 4 dell'Allegato al decreto. Le pellicole retroriflettenti dovranno essere sottili, a superficie perfettamente liscia e dovranno recare sul retro un adesivo protetto da un cartoncino (o da foglio di polietilene) facilmente e completamente asportabile così da non richiedere sforzi di spellamento o impiego di umidificanti o solventi. L'adesivo potrà essere del tipo a caldo (pellicole di tipo A, termoadesive) o del tipo a freddo (pellicole di tipo B, autoadesive); in entrambi i casi, ad applicazione avvenuta, lo stesso adesivo dovrà presentare alta resistenza alla trazione (superiore alla resistenza della pellicola), nonché all'acqua, alle muffe, alle soluzioni saline, a quelle detergenti ed agli agenti atmosferici in generale. Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà presentare apposita certificazione, rilasciata da laboratori od istituti riconosciuti, dalla quale risultino superate favorevolmente le prove in precedenza specificate, o altre eventualmente richieste, e risultino altresì comprovati i valori del coefficiente specifico di intensità luminosa di cui ai punti che seguono.



## Studio Associato Barbieri

### 54.5.1.2. Pellicole a normale risposta luminosa (classe 1)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso in candele per lux di luce bianca incidente – sistema CIE illuminante A, temperatura di colore  $T_c$  2856 K) per ogni metro quadro di pellicola, come alla Tab. 60.

TAB. 60 - Pellicole retroriflettenti di classe 1. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa ( $cd \cdot lux^{-1} \cdot m^{-2}$ )						
Angolo di divergenza $\alpha$	Angolo di illuminazione $\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	70,0	50,0	14,5	9,0	4,0	1,0	25,0
	30°	30,0	22,0	6,0	3,5	1,7	0,3	10,0
	40°	10,0	7,0	2,0	1,5	0,5	0,1	2,2
20'	5°	50,0	35,0	10,0	7,0	2,0	0,6	20,0
	30°	24,0	16,0	4,0	3,0	1,0	0,2	8,0
	40°	9,0	6,0	1,8	1,2	0,1	0,1	2,2
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,1	0,1	1,2
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,5
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1



#### 54.5.1.3. Pellicole ad alta risposta luminosa (classe 2)

Dovranno presentare, per l'accettazione, valori minimi del coefficiente di intensità luminosa retroriflessa (espresso come al punto precedente) per ogni metro quadro di pellicola riflettente ad elevato coefficiente specifico di intensità luminosa, come alla seguente Tab. 61.

TAB. 61 - Pellicole retroriflettenti di classe 2. Valori minimi del coefficiente specifico di intensità luminosa retroriflessa

ANGOLI		Valori minimi del coefficiente areico di intensità luminosa ( $\text{cd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )						
Angolo di divergenza $\alpha$	Angolo di illuminazione $\beta_1$ ( $\beta_2 = 0$ )	Bianco	Giallo	Rosso	Verde	Blu	Marrone	Arancio
12'	5°	250,0	170,0	45,0	45,0	20,0	12,0	100,0
	30°	150,0	100,0	25,0	25,0	11,0	8,5	60,0
	40°	110,0	70,0	15,0	12,0	8,0	5,0	29,0
20'	5°	180,0	120,0	25,0	21,0	14,0	8,0	65,0
	30°	100,0	70,0	14,0	12,0	8,0	5,0	40,0
	40°	95,0	60,0	13,0	11,0	7,0	3,0	20,0
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,2	0,2	1,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,1	1,0
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	0,1	1,0

#### 54.5.1.4. VERNICI RIFRANGENTI

Le vernici rifrangenti per segnaletica orizzontale dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate ed avere pigmento costitutivo di biossido di titanio per il colore bianco e giallo cromo per quello giallo. Le perline di vetro contenute nella vernice dovranno essere incolori e dovranno avere un diametro compreso tra  $66 \div 200$  micron; la quantità in massa dovrà essere non inferiore al 33%. Le vernici rifrangenti dovranno possedere le proprietà adesive nei riguardi di tutti i tipi di pavimentazione; dovranno altresì possedere ottima resistenza all'usura del traffico, alle soluzioni saline ed agenti atmosferici in generale. In particolare le proprietà rifrangenti non dovranno subire decadimenti fino al completo consumo. Le qualità delle vernici dovranno comunque essere comprovate con referenze e certificazioni di laboratorio. Si richiama la norma:

UNI EN 1436 - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

### 54.6. ARREDO URBANO

#### 54.6.1 PALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE

I pali per l'illuminazione stradale e dell'area a verde dovranno essere conformi ai disegni allegati al progetto e realizzati con i materiali indicati. I corpi illuminanti dovranno assicurare la conformità alle vigenti norme in materia e garantire una adeguata illuminazione delle aree.

## PARTE II^ - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO MOVIMENTI DI MATERIE – OPERE D'ARTE – LAVORI DIVERSI

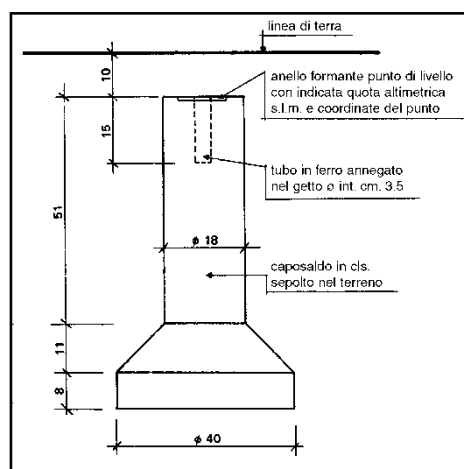
### Art. 15 - RILIEVI – CAPISALDI – TRACCIATI

#### 55.1. RILIEVI

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere, in sede di consegna o al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi. In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

FIG. 12 - Tipo di caposaldo



#### 55.2. CAPISALDI

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità. L'elenco dei capisaldi sarà annotato nel verbale di consegna o in apposito successivo verbale. Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo così come specificato al punto 11.3. del presente Capitolato. Qualora i capisaldi non esistessero già in sito, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo lo schema riportato nella figura a fianco e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno avere ben visibili e indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.

#### 55.3. TRACCIATI

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere e a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti.



Studio Associato Barbieri

Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

#### **Art. 16 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

##### **56.1. GENERALITÀ**

###### **56.1.1. Tecnica operativa – Responsabilità**

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività e adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

###### **56.1.2. Disposizioni antinfortunistiche**

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 (*Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni*), e nel D.M. 2 settembre 1968, nonché nel Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626 (modificato ed integrato con D.Lgs. 19 marzo 1996, n. 242) e nel D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494 (modificato ed integrato con D.Lgs. n. 528/99 e successivo D.Lgs. n.81/2008).

###### **56.1.3. Accorgimenti e protezioni**

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi. La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati e idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali. Per l'attacco con taglio ossidrico o elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

###### **56.1.4. Limiti di demolizione**

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni



## Studio Associato Barbieri

prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

### 56.1.5. Smaltimento

Circa lo smaltimento dei rifiuti si richiama quanto prescritto dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, modificato ed integrato con D.Lgs. 8 novembre 1997, n. 389 e 13 gennaio 2003, n. 36 nonché con Legge 9 dicembre 1998, n. 426. Si richiamano altresì il D.M. (Min. Amb. e T.T.) 25 ottobre 1999, n. 471 (*Regolamento*), l'art. 1, commi 17, 18 e 19 della Legge 21 dicembre 2001, n. 443 ed il D.M. 3 agosto 2005 relativo all'ammissibilità dei rifiuti in discarica. Tale normativa (in particolare il D.Lgs. n. 22/1997) valendo, in ogni caso, per quanto non in contrasto con le nuove "*Norme in materia ambientale*" definite anche "*Codice dell'Ambiente*" emanate con D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (modificato ed integrato con D.Lgs. n. 284/2006) ed inoltre, ai sensi dell'art. 264 dello stesso "*Codice*", fino all'entrata in vigore dei corrispondenti attuativi previsti dalla Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006.

### 56.2. DIRITTI DELL'AMMINISTRAZIONE

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi o accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto. L'Amministrazione potrà ordinare l'impiego dei materiali selezionati in tutto o in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati in Elenco o da determinarsi all'occorrenza. Potrà altresì consentire che siano ceduti all'Appaltatore, applicandosi nel caso il disposto del 3° comma dello stesso art. 36.

### ***Art. 17 - SCAVI IN GENERE – SCAVI IN SOTTERRANEO – LAVORI DI CONTENIMENTO – SCAVI SPECIALI***

### 57.0. GENERALITÀ

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva. Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi



esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo, qualora necessario, alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate. Per l'effettuazione sia degli scavi che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi. L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori. In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al paragrafo 7 del D.M. 14 settembre 2005 (*Norme Tecniche per le costruzioni*), delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni di cui ai decreti precedentemente riportati sull'argomento.

#### 57.0.1. Allontanamento e deposito delle materie di scavo

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previe le dovute autorizzazioni, evitando in questo caso che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori o alle proprietà, provocare frane o ancora ostacolare il libero deflusso delle acque. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

#### 57.0.2. Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo la norma UNI EN ISO 14688-1 (*Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione*) e classificate sulla base della parte 2° della stessa norma.



## 57.1. SCAVI DI FONDAZIONE

### 57.1.1. Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi e alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

### 57.1.2. Modo di esecuzione

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, e ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza. Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate. Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

### 57.1.3. Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, ecc., o altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso. Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro





## Studio Associato Barbieri

necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

### 57.1.4. Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggettamenti. Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali. Gli scavi di fondazione che dovessero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fuggatori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo.

### 57.1.5. Ture provvisorie

Nella esecuzione degli scavi di fondazione verranno disposte, se ordinato dalla Direzione Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi ed a completa tenuta d'acqua. Le ture potranno essere realizzate con pali di abete e doppia parete di tavoloni di abete o di pino riempiti di argilla o con palancolate tipo "Larssen" di profilo, peso e lunghezza stabiliti, o con altro idoneo sistema approvato dalla stessa Direzione. Resta inteso comunque che le ture saranno contabilizzate e compensate solo ed in quanto espressamente ordinate.

### 57.1.6. Divieti e oneri

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature o altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione. Il rinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.



## 57.2. INTERVENTI DI CONTENIMENTO DEGLI SCAVI

Saranno attuati, ove prescritto, allo scopo di consolidare i terreni in corrispondenza di fronti, pareti o superfici di scavo o armare le stesse superfici allo scopo di evitare franamenti prima della posa in opera delle strutture di contenimento definitive.

### 57.2.1. Bullonatura

Struttura idonea a rendere solidali gli strati superficiali a debole stabilità con gli strati più profondi di maggiore resistenza, potrà essere del tipo *ad aderenza continua* o del tipo *ad ancoraggio o puntuale*, realizzandosi la prima con bulloni in acciaio o vetroresina, la seconda con bulloni solo in acciaio. La bullonatura ad aderenza continua sarà realizzata a mezzo di bullone cementato per tutta la sua lunghezza e richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti dal progetto mediante attrezzatura idonea, già predisposti con tubi di iniezione e di sfiato, e messa in opera del tampone di tenuta;
- cementazione di ogni bullone mediante iniezioni di boiacca di cemento opportunamente additivata.

Quando i bulloni fossero posti in opera con inclinazione verso l'alto con angolo maggiore di 30°, saranno muniti di testa di ancoraggio ad espansione sull'estremità a fondo foro. La bullonatura ad ancoraggio puntuale sarà realizzata a mezzo di barra o tirante munita di una fondazione di ancoraggio ad una estremità e di una testa con piastra di contrasto all'altra; richiederà le seguenti operazioni:

- esecuzione della perforazione di diametro necessario per la posa dei bulloni, allontanamento del materiale di risulta e lavaggio del foro;
- infilaggio dei bulloni prescritti mediante attrezzatura idonea (l'ancoraggio potrà essere realizzato con resina in cartucce o con testina ad espansione);
- messa in tensione del bullone mediante dado di bloccaggio, piastra di ripartizione e testa di ancoraggio, con eventuale pressione di pretensione (secondo quanto indicato nel progetto o prescritto dalla Direzione Lavori).

I bulloni in acciaio saranno ad alto limite elastico con le seguenti caratteristiche: carico di snervamento (0,2%) non inferiore a 0,5 kN/mm<sup>2</sup>; carico di rottura non inferiore a 0,7 kN/mm<sup>2</sup>; allungamento a rottura maggiore dell'8%. Di norma avranno diametro di 24 mm e presenteranno risalti in superficie per migliorare l'aderenza. I bulloni in vetroresina avranno le seguenti caratteristiche minime: contenuto in peso della fibra di vetro 45%; peso specifico 1,7 g/cm<sup>3</sup>; resistenza a trazione 0,2 kN/mm<sup>2</sup>; modulo di elasticità 15750 N/mm<sup>2</sup>; resistenza al taglio 80 N/mm<sup>2</sup>. Per il resto si rinvia, in quanto applicabili, alle norme e prescrizioni di cui al successivo punto 64.6.



**Art. 18 - RILEVATI E RINTERRI – PIANI DI POSA**

**58.0 GENERALITÀ**

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili e adatti, a giudizio della Direzione. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti mediante l'apertura di opportune e idonee cave di prestito, nelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza e sempre dietro esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Non saranno autorizzate comunque aperture di cave di prestito fintanto che non siano state esaurite, nei vari tratti di rilevato, tutte le disponibilità di materiali utili provenienti dagli scavi. L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di rilevati con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste. In ogni caso l'apertura di cave è subordinata all'impegno per l'Appaltatore di corrispondere le relative indennità alle ditte proprietarie, di provvedere a proprie spese al deflusso delle eventuali acque di raccolta, di sistemare le relative scarpate, di evitare danni e servitù alle proprietà circostanti (in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265, e dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale di cui al R.D. 13 febbraio 1933, n. 215) ed in generale al rispetto delle vigenti disposizioni di legge in materia di polizia mineraria, forestale e stradale. Le cave di prestito scavate lateralmente alla strada, pur con il rispetto delle distanze prescritte, dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera, o danneggiare opere pubbliche o private. Il terreno costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formeranno il corpo stradale, od opere consimili, indipendentemente da quanto specificato al punto 62.1. per i rilevati compattati, dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, ove necessario, scoticato per 10 cm. Inoltre la base di detti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale con pendenza superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti non meno di 30 cm, con il fondo in contropendenza. La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata e quindi disposta in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 50 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà pertanto essere messo in opera durante i



periodi le cui condizioni metereologiche fossero tali, a giudizio della Direzione, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori. Negli oneri relativi alla formazione dei rilevati è incluso, oltre quello relativo alla profilatura delle scarpate, delle banchine, dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, anche quello relativo alla formazione del cassonetto che comunque, nei tratti in rilevato, verrà escluso dalla contabilità degli scavi. Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali ricche di humus, provenienti o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi o da cave di prestito, per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm. Le materie di scavo provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro, che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o per il riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede stradale, a debita distanza dai cigli e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito (ove previste e/o autorizzate). Per tutte le determinazioni, i controlli e le verifiche previste nel presente articolo, all'Appaltatore potrà essere richiesto di approntare un laboratorio di cantiere, con tutte le necessarie attrezzature di prelievo e di prova (v. i punti 29.2 e 29.5 del presente Capitolato); le relative spese, sia d'impianto che di gestione, saranno poste a carico dell'Amministrazione. In ogni caso la Direzione dei lavori avrà la facoltà di fare, a cura dell'Appaltatore ed a carico della stessa Amministrazione, presso un Laboratorio autorizzato, tutte le indagini atte a stabilire la caratterizzazione dei terreni ai fini delle loro possibilità e modalità d'impiego. Il controllo dei risultati raggiunti dopo la messa in opera, per le prove in sito, sarà effettuato a cura dell'Appaltatore ed a carico dell'Amministrazione, salvo il caso che tali controlli non siano attinenti ad operazioni di collaudo.

#### 58.1. RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE

Ferme restando le prescrizioni di cui al punto precedente, per i rilevati da sottoporre a costipamento meccanico si richiederà una serie di operazioni atte sia ad accertare e migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni di impianto, sia a trattare opportunamente le stesse materie di formazione.

##### 58.1.1. Formazione dei piani di posa

I piani di posa di detti rilevati avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. I piani saranno di norma stabiliti alla quota di 20 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un maggiore approfondimento: raggiunta la quota prescritta, si procederà ai seguenti controlli:

- determinazione del peso specifico apparente del secco (densità del secco) del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio con prova di costipamento AASHO modificata;



## Studio Associato Barbieri

- determinazione dell'umidità in sito nel caso di presenza di terre tipo ex  $A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5$  (terre ghiaiose, sabbiose, limose);
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Eseguite le determinazioni sopra specificate si passerà quindi alle seguenti operazioni:

- a) - Se il piano di posa del rilevato è costituito da *terre ghiaiose o sabbiose* (ex gruppi  $A_1 - A_2 - A_3$ ) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) - Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi  $A_4 - A_5 - A_6 - A_7$ ) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso e costipando fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 90% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali *in loco* con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi  $A_1 - A_2 - A_3$ ) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (gruppo  $A_8$ ). Per rilevati di altezza inferiore a 50 cm, se il piano di posa è costituito da *terre argillose* (ex gruppi  $A_6 - A_7$ ) si procederà come in precedenza interponendo però uno strato di sabbia di schermo, di spessore non inferiore a 10 cm, onde evitare rifluimenti.

Nel caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm previa rimozione della cotica erbosa (che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato). Il materiale risultante dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto se inutilizzabile. In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del *modulo di compressione "Me"*, determinato con piastra da 16 o 30 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

### 58.1.2. Formazione dei rilevati

I rilevati verranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale. Nella formazione dei rilevati saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti dagli scavi ed appartenenti ad uno dei gruppi  $A_1 - A_2 - A_3$  della ex classifica CNR-UNI. L'ultimo strato del rilevato, sottostante il piano di cassonetto, dovrà essere costituito, per uno spessore non



## Studio Associato Barbieri

inferiore a 30 cm costipato (e salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori), da terre dei gruppi ex  $A_1 - A_{2.4} - A_{2.5} - A_3$  provenienti dagli scavi o da apposite scave di prestito. Per il materiale proveniente da scavi ed appartenente ai gruppi ex  $A_4 - A_5 - A_6 - A_7$  si esaminerà di volta in volta l'opportunità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e per tratti completi di rilevato. Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere posto in opera a strati successivi, di spessore uniforme (non eccedente i 30 cm), con la pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque meteoriche (nel limite del 3% massimo). Ogni strato dovrà essere compattato fino ad ottenere in sito una densità del secco non inferiore al 90% di quella massima determinata in laboratorio con la prova AASHO modificata. Negli ultimi due strati verso la superficie, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, con la compattazione si dovrà raggiungere una densità del secco non inferiore al 95% della densità massima determinata come sopra; inoltre per l'ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressione  $M_e$ , misurato in condizioni di umidità prossimi a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>. Ogni strato sarà compattato alla densità sopra specificata, procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido oppure al suo inaffiamento se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro diminuito del 5%. L'Appaltatore dovrà curare la scelta dei mezzi di costipamento nella forma più idonea per il raggiungimento delle densità prescritte, servendosi di norma:

- a) - per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex  $A_1 - A_2 - A_3$  (terre ghiaio-sabbiose) mezzi a carico dinamico-sinusoidale o a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale;
- b) - per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi ex  $A_4 - A_5 - A_6 - A_7$  (terre limo-argillose): mezzi a rulli e punte e carrelli pigiatori gommati, eccezionalmente vibratorii.

Qualora nel materiale di formazione del rilevato fossero incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme di ciascuno strato e avere dimensioni non superiori a 10 cm se incluse in quello superficiale (per uno spessore di 2,00 m sotto il piano di posa della fondazione stradale). Resta dunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra 7,1 e 30 cm non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale pezzatura dovrà essere assortita; non sarà assolutamente ammesso materiale con pezzatura superiore a 30 cm. Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodo di gelo o su terreno gelato. Non si potrà comunque sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque fosse la causa, senza che lo stesso abbia ricevuto una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque pluviali e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta. Ove ritenuto necessario od opportuno, al fine di incrementare la stabilità del corpo stradale, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera di teli "geotessili", da stendersi in strisce contigue sovrapposte nei bordi per almeno 40 cm; in tali casi la resistenza a trazione dei teli non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.



## 58.2. RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI A MURATURE – RINTERRI DI CAVI

Per i rilevati ed i rinterri da addossare alle murature, per il riempimento dei cavi per le condotte in genere e per le fognature, si impiegheranno di norma le materie provenienti dagli scavi purché di natura ghiaiosa, sabbiosa o sabbioso-limosa. Resta assolutamente vietato l'impiego di materie argillose ed in genere di tutte quelle che, con assorbimento di acqua, rammolliscono e gonfiano generando spinte e deformazioni. I riempimenti dovranno essere eseguiti a strati orizzontali di limitato spessore, umidificati ove necessario, e ben costipati onde evitare eventuali cedimenti o sfiancamenti nelle murature. In ogni caso sarà vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione. Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati ed ai rinterri, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre e questo affinché, all'epoca del collaudo, gli stessi abbiano esattamente le dimensioni di progetto. Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza del presente punto, ed anche dei punti che precedono, saranno a completo carico del-l'Appaltatore.

## 58.3. PIANI DI POSA IN TRINCEA

Anche nei tratti in trincea, dopo effettuato lo scavo del cassonetto, si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale; tale preparazione verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- a) - Se il piano di posa è costituito da *terre ghiaiose e sabbiose* (ex gruppi  $A_1 - A_2 - A_3$ ) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso, per uno spessore di 30 cm al di sotto del piano di cassonetto, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità della terra fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento).
- b) - Se il piano di posa è costituito invece da *terre limose o argillose* (ex gruppi  $A_4 - A_5 - A_6 - A_7$ ) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso, e costipando fino ad ottenere una densità del secco non inferiore al 95% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (ex gruppi  $A_1 - A_2 - A_3$ ) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di *terreni torbosi* (ex gruppo  $A_8$ ).

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà comunque controllato dalla Direzione Lavori mediante la misurazione del *modulo di compressione*  $Me$  il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>.



## Art. 19 - MALTE – QUALITÀ E COMPOSIZIONE

### 59.1. GENERALITÀ

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra un'area pavimentata; le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso o a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza. Gli impasti dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione. I componenti delle malte cementizie e idrauliche saranno mescolati a secco. La Direzione si riserva la facoltà di poter variare le proporzioni dei vari componenti delle malte, in rapporto ai quantitativi stabiliti alla tabella che segue; in questo caso saranno addebitate o accreditate all'Appaltatore unicamente le differenze di peso o di volume dei materiali per i quali sarà stato variato il dosaggio, con i relativi prezzi di Elenco. La Direzione potrà altresì ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni o in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini (staccio 4 UNI 2332) e le colle (staccio 2 UNI 2332).

UNI EN 998-1 - Specifica per malte per opere murarie. Malte per intonaci interni ed esterni.

UNI EN 998-2 - Idem. Malte per murature.

UNI EN 1015 - Metodi di prova per malte per opere murarie (2-7-9-10-11-12-18-19-21).

UNI EN 943-3 - Additivi per calcestruzzi, malte e malte per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. P.3 - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

### 59.2. COMPOSIZIONE DELLE MALTE

#### 59.2.1. Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno

TAB. 62 - Classe di malte (*d* = dichiarata dal produttore e > 20 N/mm<sup>2</sup>)

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	Md
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	<i>d</i>

corrispondere, salvo diversa specifica, alle proporzioni riportate in Tab. 63. Le malte da





muratura dovranno garantire prestazioni adeguate al loro impiego, in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e dovranno essere dotate di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea EN 998-2 (Marcatura CE). Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 62 superiormente riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm<sup>2</sup>.

**TAB. 63 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite a 1 m<sup>3</sup> di inerte)**

Tipo di MALTA	QUALITÀ E IMPIEGHI (*materiali vagliati)	Riferimento	Calce spenta in pasta	Calce idraulica in polvere	Pozzolana	Cemento 325	Polvere di marmo	Sabbia
		N.	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Malta comune	Magra per murature	1	0,33					1,00
	Grassa per murature	2	0,40					1,00
	Per opere di rifinitura	3	0,50					1,00*
	Per intonaci	4	0,66					1,00*
Malta idraulica	Magra per murature	5		300				1,00
	Grassa per murature	6		400				1,00
	Per opere di rifinitura	7		450				1,00*
	Per intonaci	8		550				1,00*
Malta cementizia	Magra per murature	9				300		1,00
	Grassa per murature	10				400		1,00
	Per opere di rifinitura	11				500		1,00*
	Per intonaci	12				600		1,00*
Malta pozzolanica	Grossa	13	0,20		1,00	Per murature a sacco Per murature ordinarie Per murature in laterizi Per intonaci		
	Mezzana	14	0,24		1,00			
	Fina	15	0,33		1,00			
	Colla di malta fina	16	0,48		1,00			
Malta bastarda cementizia	Media comune	17	0,30			100		1,00
	Energica comune	18	0,30			150		1,00
	Media idraulica	19		300		100		1,00
	Energica idraulica	20		200		200		1,00
Malta per stucchi	Normale	21	0,50				1,00	
	Colla di stucco	22	1,00				1,00	

## Art. 20 - CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

### 60.0. GENERALITÀ

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei calcestruzzi e dei conglomerati (cementizi o speciali) ed i rapporti di miscela dovranno corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato, alle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione Lavori. Valgono peraltro, per quanto compatibili, le prescrizioni generali di cui al precedente punto 66.1.

### 60.1. CALCESTRUZZI DI MALTA

#### 60.1.1. Calcestruzzo ordinario

Sarà composto da 0,45 m<sup>3</sup> di malta idraulica o bastarda e da 0,90 m<sup>3</sup> di ghiaia o pietrisco. Il calcestruzzo sarà confezionato preparando separatamente i due componenti e procedendo successivamente al mescolamento previo lavaggio o bagnatura degli inerti.

## 60.2. CONGLOMERATI CEMENTIZI (CALCESTRUZZI) NORMALI E PESANTI

### 60.2.0. Generalità

I conglomerati da adoperarsi per opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, dovranno essere confezionati secondo le prescrizioni di progetto e le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori. In particolare i conglomerati destinati a opere strutturali dovranno essere confezionati secondo le norme tecniche emanate con D.M. 14 settembre 2005 il quale, al paragrafo 11.1, richiama anche la norma UNI EN 13670-1. In linea generale comunque, per i conglomerati cementizi, dovrà essere rispettata la seguente normativa di base:

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI 11104 - Idem. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

L'impiego dei conglomerati, a norma del punto 11.1.2 delle citate norme tecniche, sarà in ogni caso preceduto da uno studio preliminare, con relative prove di qualificazione, sia sui materiali da impiegare che sulla composizione degli impasti, e ciò allo scopo di determinare, con sufficiente anticipo e mediante

certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal contratto. Questo anche con riferimento alla durabilità per la quale si richiamano le norme UNI 8981-1 ÷ 7 e in particolare:

UNI 8981-7 - Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo.

### 60.2.1. Leganti

Per i conglomerati oggetto delle presenti norme dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia. Si richiamano peraltro, specificatamente, le disposizioni di cui al punto 11.1.9.1 delle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate al punto 43.3. del presente Capitolato.

FIG. 15 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 15 mm (D 15)

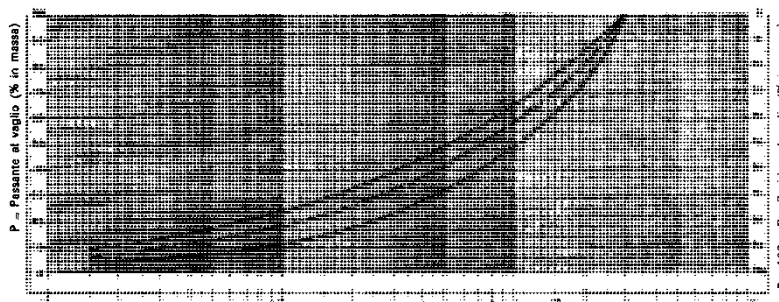
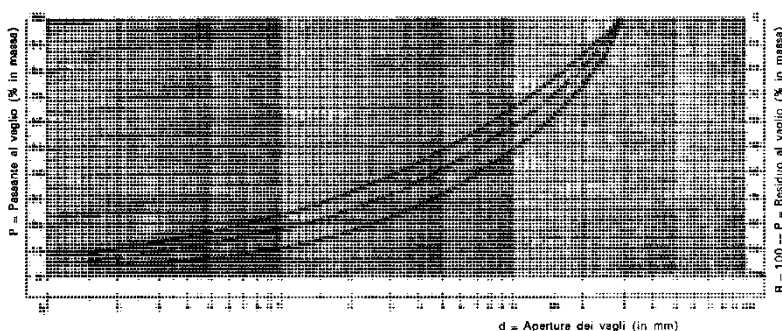


FIG. 16 - Fuso granulometrico per dimensione massima degli inerti di 30 mm (D 30)





#### 60.2.2. Inerti – Granulometria e miscele

Oltre a quanto stabilito al punto 11.1.9.2 delle superiori norme tecniche, gli inerti dovranno corrispondere ai requisiti riportati al punto 42.3. del presente Capitolato. Le caratteristiche e la granulometria dovranno essere preventivamente studiate, in rapporto alla dimensione massima prescritta per gli inerti, e sottoposte all'approvazione della Direzione dei lavori. Le miscele degli inerti, fini e grossi, in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo compatibilmente con gli altri requisiti richiesti (Fuller, Bolomey, ecc.). La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto tenendo conto della lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro, della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. In particolare:

- non dovrà superare 1/4 della dimensione minima delle strutture;
- nei conglomerati armati dovrà essere minore della distanza tra le barre d'armatura meno 5 mm (a meno che non si adotti il raggruppamento delle armature);
- non dovrà superare 1,3 volte lo spessore del copri ferro (v. UNI 8981/5).

L'idoneità dell'inerte sarà verificata su prelievi rappresentativi della fornitura. Con riferimento alla normativa UNI 8520, saranno accertati: il tenore di impurità organiche (UNI 8520/14); il materiale passante allo staccio 0,075 UNI 2332, che dovrà essere non superiore allo 0,3% in massa per l'aggregato fine (5% per materiale di frantoio) e allo 0,5% per l'aggregato grosso (1% per materiale di frantoio); il coefficiente di forma, che non dovrà essere inferiore a 0,15. Con lo stesso riferimento normativo, gli inerti dovranno essere di categoria A UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza caratteristica non inferiore a 30 MPa (30 N/mm<sup>2</sup>); potranno essere di categoria B UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza fino a 30 MPa e di categoria C UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 15 MPa. L'aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza  $\leq$  C 12/15. Qualora gli inerti fossero suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O), essi verranno sostituiti. In alternativa saranno seguite le prescrizioni di cui alla UNI 8520/22.

#### 60.2.3. Acqua

L'acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate al punto 42.1. del presente Capitolato. Si richiama anche, per quanto compatibile, la norma UNI 8981-7.



#### 60.2.4. Cloruri

Il contenuto di ioni cloro (Cl) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell'1% in massa del cemento per calcestruzzo normale, dello 0,4% per calcestruzzo armato e dello 0,2% per calcestruzzo armato precompresso (classi rispettive: Cl 1,0; Cl 0,4; Cl 0,2)

#### 60.2.5. Additivi

Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 59.6. del presente Capitolato. La quantità degli stessi non dovrà superare la misura di 50 g/kg di cemento né dovrà essere minore di 2 g/kg di cemento nella miscela (salvo preventiva dispersione nell'acqua di impasto). La quantità di additivo liquido che superi la misura di 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo dovrà essere considerata nel calcolo del rapporto acqua/cemento (a/c). Dovranno in ogni caso tenersi in considerazione le istruzioni di impiego fornite dal produttore. Nel cemento armato normale o precompresso, e comunque nei conglomerati inglobanti inserti metallici, è fatto divieto di impiegare cloruro di calcio o additivi a base di cloruri.

#### 60.2.6. Aggiunte

Allo scopo di ottenere particolari proprietà del calcestruzzo, potranno venir prese in considerazione od ordinate aggiunte di materiale inorganico che potrà essere di tipo inerte (tipo I) o di tipo pozzolanico o ad attività idraulica latente (tipo II). Tra le aggiunte di tipo I saranno considerati idonei i filler conformi alla UNI EN 12620 ed i pigmenti conformi alla UNI EN 12878; tra quelle di tipo II, le ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 ed i fumi di silice conformi alla UNI EN 13263. Per l'utilizzo delle aggiunte si richiamano comunque i punti 5.2.5 della UNI EN 206-1 e 4.2 della UNI 11104.

#### 60.2.7. Composizione del conglomerato

La composizione del conglomerato cementizio, in funzione delle proprietà richieste al prodotto sia in fase di getto che a indurimento avvenuto, sarà determinata attraverso opportuno "*mix-design*" che potrà essere di tipo semplice o complesso a seconda della quantità dei requisiti da conferire alla miscela.

#### 60.2.8. Impasto del conglomerato

L'impasto del conglomerato dovrà essere effettuato con impianti di betonaggio forniti di dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti. Questi (cemento, inerti, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere



misurati a peso; per l'acqua, gli additivi e le aggiunte sarà ammessa anche la misurazione a volume. I dispositivi di misura dovranno essere collaudati periodicamente, secondo le richieste della Direzione che, se necessario, potrà servirsi dell'Ufficio abilitato alla relativa certificazione. Il quantitativo di acqua di impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Tale quantitativo determinerà la consistenza del conglomerato (v. Tab. 80) che al momento del getto dovrà essere di norma di classe S3 o F3 (classe di spandimento). In ogni caso il rapporto acqua-cemento (a/c) non dovrà superare il valore di 0,75 per i conglomerati di classe di resistenza più bassa (C 8/10) ed il valore di  $0,35 \div 0,40$  per quelli di classe più alta (da oltre C 50/60), fermo restando che in questi ultimi casi dovrà comunque essere garantita la lavorabilità anche con l'impiego di opportuni additivi.

#### 60.2.9. Conglomerati a prestazione garantita

Saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*, con notazioni di cui al punto 6.2.3 della UNI EN 206-1. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla norma citata; la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione; la dimensione massima nominale dell'aggregato; la classe di contenuto in cloruri. Inoltre per il calcestruzzo leggero e per quello pesante, rispettivamente: la classe di massima volumica ed il valore di riferimento.

TAB. 65 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 – UNI 11104) (238)

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE													
molto bassa		bassa			media					molto alta			
C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 32/40	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck, cyl}$ (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck, cube}$ (MPa)													

Per i requisiti aggiuntivi potranno essere richiesti (e l'Appaltatore dovrà garantirli): tipi o classi speciali di cemento; tipi o classi speciali di aggregato; caratteristiche di resistenza al gelo-disgelo (es. il contenuto d'aria); temperatura dell'impasto fresco alla consegna; modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 206-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua, all'abrasione e alla trazione indiretta ed altri requisiti.

#### 60.2.10. Conglomerati a composizione

Anche tali conglomerati saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla UNI EN 206-1; il dosaggio di cemento; il tipo e la classe di resistenza del cemento; il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe; il tipo, le categorie ed il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato (nel caso del calcestruzzo leggero oppure pesante, anche la massa volumica massima o rispettivamente minima dell'aggregato); la dimensione massima



nominale dell'aggregato; il tipo e la quantità di additivo o di aggiunte, se impiegati, e la relativa provenienza. Per i requisiti aggiuntivi si rimanda al punto precedente.

#### 60.2.11. Conglomerato a composizione normalizzata

Da utilizzarsi unicamente per conglomerati con classi di resistenza a compressione di progetto  $\leq C 16/20$ , dovrà rispondere alla specifica di cui al punto 6.4 della UNI EN 206-1.

#### 60.2.12. Requisiti di durabilità

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose in rapporto ai tipi di esposizione classificati in Tab. 66 si rendesse necessario garantire anche la *durabilità* del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 69, anche i seguenti <sup>(240)</sup>:

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 7087, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le caratteristiche del conglomerato soddisfino i seguenti requisiti: variazione del modulo di elasticità dinamico, in riduzione, minore del 20%; espansione lineare minore dello 0,2%; perdita di massa minore del 2%.
- Il coefficiente di permeabilità "k" non dovrà essere superiore a  $10^{-9}$  cm/s prima delle prove di gelività ed a  $10^{-8}$  cm/s dopo dette prove.
- Il fattore di durabilità, come definito dalla UNI 7087, dovrà essere elevato.

<sup>(240)</sup> Attesa l'onerosità di determinati controlli, anche in termini di tempo, nella pratica ordinaria e salvo opere di particolare importanza, il controllo della durabilità potrà essere più semplicemente basato sulla misura della resistenza a compressione. Il criterio trae la sua *ratio* dalla correlazione tra impermeabilità – rapporto  $a/c$  – e resistenza meccanica (v. in particolare la Tab. 69).

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,48s$
(N° prelievi 3)	(N° prelievi $\geq 5$ )



## Studio Associato Barbieri

TAB. 66 - Classi di esposizione riferite alle condizioni dell'ambiente. Esempi informativi

CLASSE	AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI
<b>Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Ambiente molto asciutto	Calcestruzz. non armato: tutte le esposizioni tranne gelo o attacco chimico. Interno di edifici asciutti
<b>Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
XC1 XC2 XC3 XC4	Asciutto o sempre bagnato Bagnato. Di rado asciutto Umidità moderata Ciclicam. asciutto o bagnato.	Interno di edifici con umidità molto bassa. Calcestruzzo armato con superfici all'interno o immerse. Strutture di contenim. liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato immerso in acqua o terreno normale. Calcestruzzo armato in esterni, con superfici esterne riparate da pioggia o in interni. Calcestruzzo armato in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calc. a vista.
<b>Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
XD1 XD2 XD3	Umidità moderata Bagnato, di rado asciutto Ciclicamente asciutto o bagnato	Calcestruzzo armato in ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenenti cloruri. Calcestruzzo armato per strutture immerse in acqua contenente cloruri (piscine). Elementi strutturali soggetti ad agenti disgelanti anche da spruzzi. Parti di ponti. Parcheggi auto.
<b>Corrosione indotta da acqua di mare</b>		
XS1 XS2 XS3	Esposto a salsedine di mare Permanentemente sommerso Esposto a spruzzi o a marea	Calcestruzzo armato in strutture sulle coste o in prossimità. Strutture marine completamente immerse in acqua. Elementi strutturali esposti alla battigia, agli spruzzi di acqua marina ed alle onde.
<b>Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti</b>		
XF1 XF2 XF3 XF4	Moderata saturazione d'acqua idem con agente disgelante Elevata saturaz. d'acqua Idem con agente disgelante	In assenza di agente disgelante: superfici di calc., verticali e non, esposte a pioggia, acqua e gelo. Elementi come parti di ponte esposti agli agenti disgelanti. In assenza di agente disgelante: superfici orizzontali di edifici bagnabili e soggette a gelo. Pavimentazioni di strade esposte a bagnato, al gelo e all'azione degli agenti disgelanti.
<b>Attacco chimico</b>		
XA1, XA2, XA3	Industriale	Strutture in posti debolmente, moderatamente o fortemente aggressivi: acque reflue, terreni, fumi, ecc.

In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc. sarà altresì posta particolare cura perché oltre alle indicazioni espresse nella Tab. 69 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni:

- L'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in piccola percentuale.
- Gli inerti dovranno essere opportunamente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua.
- In ambiente umido o marino soggetto a gelo il volume minimo di aria inglobata sarà del 3÷4% per aggregati con diametro massimo di 32 mm, del 4÷5% per aggregati con  $D_{max}$  di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con  $D_{max}$  di 8 mm.
- In ambiente marino o chimicamente aggressivo, soggetto a gelo, dovrà impiegarsi cemento resistente ai solfati (riferimenti e prove UNI 9156 e 10595) qualora il contenuto degli ioni solfato sia maggiore di 500 mg/l (per impiego con acqua nel terreno) e di 3000 mg/kg (per impiego nel terreno secco). Per i metodi di prova si farà riferimento alla ISO 4316 per il pH, alla ISO 7150-1 per gli ioni ammonio, alla ISO 7980 per gli ioni magnesio e alla EN 196-2 per gli ioni solfato.



## Studio Associato Barbieri

TAB. 67 - Agenti aggressivi. Gradi di attacco (v. Prosp. 2 UNI EN 206-1)

AGENTE	GRADI DI ATTACCO		
	debole	moderato	forte
Acqua nel terreno			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
CO <sub>2</sub> aggressiva (mg CO <sub>2</sub> /l)	15-40	40-100	> 100
ioni ammonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	15-30	30-60	60-100
ioni magnesio (mg MG <sup>2+</sup> /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l)	200-600	600-3000	3000-6000
Terreno secco	XA1	XA2	XA3
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg di terreno seccato all'aria)	2000-3000	3000-12000	> 12000

TAB. 68 - Tipi di attacco e gradi di rischio

Umidità relativa U <sub>a</sub> del calcestruzzo	Reazione di carbonatazione	Corrosione dell'acciaio nel calcestruzzo		Cicli di gelo e disgelo	Attacco chimico
		●	■		
molto bassa < 45%	1	0	0	0	0
bassa 45%-65%	3	1	1	0	0
media 65%-85%	2	3	3	0	0
alta 85%-98%	1	2	3	2	1
satura	0	1	1	3	3
0 = rischio trascurabile      1 = rischio modesto; 2 = rischio medio      3 = rischio alto ● = calcestruzzo carbonatato      ■ = calcestruzzo con cloruri					

TAB. 69 - Durabilità. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in rapporto alle classi di esposizione

REQUISITI	ATTACCHI	Classi di esposizione																	
		Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
							Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
			X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Massimo rapporto a/c		0,60		0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45		
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30		C28/35	C35/40	C35/40	C35/45		C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30		28/35	28/35	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)		300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)													3,0						
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati			

### 60.2.13. Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione

Per le opere soggette alla disciplina del D.M. 14 settembre 2005, il Direttore dei lavori farà prelevare nel luogo di impiego, dagli impasti destinati alla esecuzione delle varie strutture, la quantità di conglomerato necessario per la confezione di n. 2 provini (*prelievo*) conformemente alla prescrizione di cui al punto 11.1.4 dello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1. Le domande di prova, da indirizzarsi ad un laboratorio ufficiale *ex art.* 59 del D.P.R. n. 380/2001, saranno sottoscritte dallo stesso Direttore. Per costruzioni ed opere con getti non superiori a 1500 m<sup>3</sup>, ogni controllo di accettazione (tipo A) sarà rappresentato da n. 3 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto sarà effettuato almeno un prelievo (con deroga per le costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup>, fermo restando l'obbligo di almeno tre prelievi).





Per costruzioni ed opere con getti superiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B), eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea sarà effettuato almeno un prelievo e complessivamente almeno n. 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>. L'ordine dei prelievi sarà quello risultante dalla data di confezione dei provini, corrispondenti alla rigorosa successione dei relativi getti. Per ogni prelievo sarà redatto apposito verbale, riportante le seguenti indicazioni: località e denominazione del cantiere, numero e sigla del prelievo, composizione del calcestruzzo; data e ora del prelevamento, provenienza del prelevamento, posizione in opera del calcestruzzo.

#### 60.2.14. Preparazione e stagionatura dei provini

Per la preparazione e stagionatura dei provini, per le prove di resistenza, vale quanto indicato dalla norma UNI EN 12390-2.

#### 60.2.15. Prove e controlli vari

Il conglomerato fresco sarà frequentemente controllato come consistenza, resa volumetrica, contenuto d'aria e, se richiesto, come composizione e rapporto acqua/cemento. La *prova di consistenza* si identificherà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams. Tale prova, da eseguirsi su conglomerati con inerti di categoria D 32,5 secondo UNI EN 12350-2, sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm; per conglomerati ad elevata lavorabilità (es. con additivi superfluidificanti) sarà preferibile la determinazione mediante la misura dello spandimento alla tavola a scosse, secondo UNI EN 12350-5. È ammesso anche l'impiego dell'apparecchio Vébé secondo UNI EN 12350-3. La *prova di omogeneità* sarà prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato venga effettuato tramite autobetoniera. Le prove del *dosaggio del cemento e dell'acqua* e di *resa volumetrica dell'impasto* verranno eseguite con le modalità di cui alle UNI 6393 ed UNI EN 12350-6. La prova del *contenuto d'aria* sarà richiesta ove venga impiegato un additivo aerante; nel caso sarà eseguita con le modalità di cui alla UNI EN 12350-7. La prova di *resistenza a compressione*, infine, sarà effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

#### 60.2.16. Trasporto del conglomerato

Se confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla

TAB. 70 - Consistenza del conglomerato rapportata agli abbassamenti del cono di Abrams

Classe di consistenza del conglomerato	Abbassamento del cono (SLUMP)	Denominazione corrente
S 1	10 ÷ 40 mm	Umida
S 2	50 ÷ 90 "	Plastica
S 3	100 ÷ 150 "	Semifluida
S 4	160 ÷ 200 "	Fluida
S 5	≥ 210 "	Superfluida

prova del cono. Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera; eventuali correzioni, se ammesse, della lavorabilità dovranno quindi essere effettuate prima dello scarico e con l'ulteriore mescolamento in betoniera non inferiore a 30 giri.

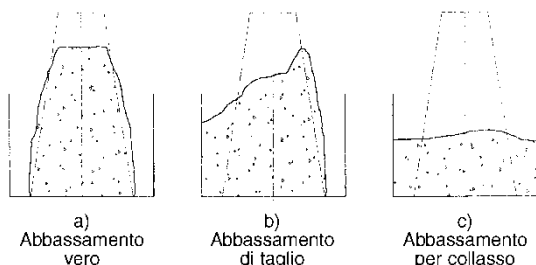
FIG. 17 - Forme di abbassamento del cono (UNI EN 12350-2)

TABB. 71 e 72 - Classi di consistenza: Indici di compattabilità e spandimento (UNI EN 12350-4-5)

Classe	Indice di compattabilità
C0	≥ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

Classe	Indice di compattabilità
F1	≤ 340 (mm)
F2	da 350 a 410 "
F3	da 420 a 480 "
F4	da 490 a 550 "
F5	da 560 a 620 "
F6	≥ 630 "



### 60.3. CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di Elenco ed in ogni caso ai requisiti, prescrizioni e notazioni di cui alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti. Il sistema di gestione della qualità del prodotto dovrà essere certificato da un organismo terzo. L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego del conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera dal luogo di produzione. Resta comunque stabilito che i prelievi per le prove di accettazione dovranno essere eseguiti nei cantieri di utilizzazione, all'atto del getto.

### Art. 21 - MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO CONGLOMERATO A VISTA

#### 61.1.MURATURA DI GETTO

Il conglomerato da impiegarsi per qualsiasi lavoro di fondazione o di elevazione sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, dell'altezza di 20 ÷ 30 cm su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato e, se prescritto, anche vibrato, per modo che non restino vuoti tanto nella massa, quanto nello spazio di contenimento. Quando il conglomerato dovesse essere collocato in opera entro cavi molto incassati o a pozzo, dovrà venire versato nello scavo mediante secchi a ribaltamento o altra idonea attrezzatura. Per impieghi sott'acqua, si dovranno usare tramogge, casse apribili o altri mezzi, accettati dalla Direzione Lavori, onde evitare il dilavamento del conglomerato nel passaggio attraverso l'acqua. Il calcestruzzo sarà posto in opera ed assestato con ogni cura in modo che le superfici dei getti, dopo la sfomatatura, risultino perfettamente piane, senza gibbosità, incavi, sbavature o irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere intonaci,



spianamenti, abbozzi o rinzaffi. Le casseformi saranno pertanto preferibilmente metalliche o, se di legno, di ottima fattura. Le riprese del getto saranno effettuate previo lavaggio della superficie del getto precedente con impiego di malta liquida dosata a 600 kg di cemento. Durante la stagionatura si avrà cura di evitare rapidi prosciugamenti nonché di proteggere i getti da sollecitazioni e sbalzi di temperatura. L'Appaltatore avrà l'obbligo e l'onere di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto in tempo utile dalla Direzione Lavori circa fori, tracce, cavità, incassature, ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc. per sedi di tubazioni, cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, barriere, nonché per fornelli da mina, ancoraggi diversi, impianti e quant'altro necessario. In difetto, lo stesso dovrà affrontare a proprie spese tutti i tagli, le demolizioni, ecc. ordinati, ed i relativi ripristini, restando in ogni caso responsabile degli eventuali danni che da tale negligenza potessero derivare.

## 61.2. CONGLOMERATO A VISTA

### 61.2.0. Generalità

Le finiture in conglomerato a vista possono essere raggruppate in due grandi categorie:

a)- *Dirette*, ottenute togliendo semplicemente la cassaforma dalla superficie del calcestruzzo.

b)- *Indirette*, ottenute come prima, ma con successive ulteriori lavorazioni.

In entrambi i casi le finiture potranno essere piane, profilate o a rilievo. Con riguardo al grado di qualità, le finiture di calcestruzzo saranno poi suddivise nelle seguenti classi:

A)- *Alta qualità*, ove le superfici presenteranno assoluta uniformità di colore e di grana, senza ulteriore necessità di rappezzi ed aggiustamenti.

B)- *Media qualità*, ove le superfici richiederanno la stessa uniformità di aspetto ma permetteranno aggiustamenti successivi.

C)- *Bassa qualità*, ove non sarà richiesta uniformità di aspetto e saranno possibili aggiustamenti successivi.

Salvo diversa disposizione, le superfici a vista dovranno essere almeno di "media qualità" e presentarsi compatte, prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori, fessure, screpolature, irruvidimenti, stacchi di pellicola cementizia nonché esenti da danni dovuti a gelo, surriscaldamento, perdite di acqua, alghe, funghi, macchie da olio o da ruggine e corrosioni.

### 61.2.1. Contenuto in cemento

I contenuti massimi e minimi in cemento, per impasti che diano luogo a conglomerato di ottimo aspetto, dovranno essere compresi nei limiti stabiliti dalla seguente tabella:



## Studio Associato Barbieri

### 61.2.2. Rapporto acqua-cemento

Dovrà essere non superiore a 0,55 per normali condizioni ambientali e dovrà scendere fino a 0,45 per ambienti particolarmente esposti ad atmosfere marine, industriali o corrosive in genere nonché a gelo.

**TAB. 78 - Conglomerati cementizi a faccia vista. Contenuti ottimali in cemento (Blake)**

Categoria di inerti (mm)	Contenuto in cemento kg/m <sup>3</sup>	Rapporto approssimato inerti / cemento	Consistenza
D 40	420 ÷ 330	4/1 ÷ 6/1	S2 ÷ S3
D 20	480 ÷ 370	3,5/1 ÷ 5/1	S2
D 10	540 ÷ 420	3/1 ÷ 4/1	S1

### 61.2.3. Cemento e aggregati

Il cemento adoperato per gli impasti dovrà essere ottenuto, per assicurare uniformità di colore da un'unica lavorazione o meglio, se possibile dalla produzione di un unico giorno. Per finiture colorate dovranno essere usati cementi colorati, essendo vietato aggiungere pigmenti nell'impasto. Gli aggregati dovranno essere privi di qualsiasi impurità, specie di pirite e, se prescritto, lavati; dovranno avere inoltre colore uniforme per tutta la durata del getto e pertanto dovranno essere approvvigionati sempre alla stessa fonte. La granulometria potrà essere continua o discontinua in rapporto agli effetti da ottenere. Sarà indicata pertanto dalla Direzione Lavori e sarà sperimentata su pannelli preliminari di prova eseguiti a cura e spese dell'Appaltatore nel numero e nelle dimensioni prescritte.

### 61.2.4. Disarmanti

Saranno costituiti da oli puri con aggiunta di attivanti superficiali (surfactant) per ridurre la tensione superficiale o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti. Il disarmante dovrà essere steso con uniformità a mezzo di rulli, spazzole o preferibilmente a spruzzo mediante idonea pistola. Ad applicazione avvenuta la superficie della casseforma dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici, dalla polvere e da qualsiasi altra forma di inquinamento.

### 61.2.5. Getto – Maturazione – Disarmo

Il criterio della massima uniformità dovrà sempre essere posto a costante riferimento per tutte le operazioni in argomento. Il getto dovrà essere effettuato a ritmo costante superiore a 2,00 m in verticale, all'ora. Le riprese saranno effettuate previa spazzolatura o sabbiatura del getto precedente, evitando le malte e le boiacche di saldatura. Gli accorgimenti per favorire una giusta maturazione dovranno essere gli stessi per ogni giorno di lavoro e per ogni elemento della struttura. Particolare cura sarà rivolta agli accorgimenti di protezione e ciò sia con riguardo alle azioni meccaniche, sia con riguardo alle variazioni delle condizioni ambientali termo-igrometriche e di ventilazione. Il disarmo dovrà avvenire con le massime cautele e, se ordinato, anche in due tempi (stacco e rimozione delle casseforme).



#### 61.2.6. Errore di planarità

Per le superfici a finitura piana, l'errore di planarità, misurato con regolo di 2,00 metri, comunque posto sulla superficie da controllare, dovrà essere non superiore a 8 mm per la qualità "A", a 12 mm per la "B" ed a 16 mm per la "C".

#### 61.2.7. Giunti

Dovranno essere eseguiti con la massima cura onde evitare mancanze di allineamento, tolleranze eccessive, sbradamenti con conseguenti impoverimenti di malta e scolorimenti, scarso costipamento in corrispondenza degli spigoli. Ove possibile i giunti saranno evidenziati con apposite scanalature ricavate inserendo nella cassaforma delle strisce di sigillatura in poliuretano o altro idoneo materiale, opportunamente sagomate. Quando fosse necessario un giunto di testa piano si dovranno impiegare degli angolari di acciaio intorno al perimetro del pannello il che, oltre a fornire uno spigolo vivo, irrigidirà anche il pannello e migliorerà l'allineamento. Provvedimenti analoghi saranno adottati anche nella esecuzione dei giunti terminali. Tra due getti successivi, e per superfici piane, la differenza di altezza tra i due piani di superficie non dovrà essere superiore a 2 mm per la qualità "A", a 4 mm per la "B" ed a 6 mm per la "C". Specifiche particolari saranno comunque fissate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori.

### ***Art. 22 - OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE***

#### 62.0. GENERALITÀ

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005, decreto con il quale sono state emanate le nuove "*Norme Tecniche per le Costruzioni*", già più semplicemente citate come "*Norme Tecniche*", e ad altre norme che potranno essere emanate successivamente in virtù del disposto dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per le opere da realizzarsi in zona sismica, oltre al rispetto delle prescrizioni riportate ai punti 3.2 e 5.7 delle superiori norme, dovrà ancora attenersi al rispetto delle disposizioni riportate nelle "*Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica*", emanate con Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274, modificata ed integrata con Ord. P.C.M. 3 maggio 2005, n. 3431.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo il punto 5.1.7 delle citate "*Norme Tecniche*". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1



## 62.1. CLASSI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

La classe del conglomerato sarà individuata dalla sua resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  determinata a 28 giorni di stagionatura; sarà siglata con la lettera "C" seguita da due numeri separati da barratura dei quali il primo rappresenta la resistenza cilindrica ed il secondo quella cubica (v. Tab. 65). Per le strutture in cemento armato non sarà ammesso l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica  $R_{ck} < 15 \text{ N/mm}^2$ . Per le classi di resistenza *bassa* ( $15 < R_{ck} \leq 30$ ) e *media* ( $30 < R_{ck} \leq 55$ ) la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  sarà controllata durante la costruzione con le modalità riportate al punto 68.2.15. del presente Capitolato.

## 62.2. POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

### 62.2.1. Controllo e pulizia dei casseri

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato, dovranno controllarsi il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne; per i pilastri, in particolar modo, dovrà curarsi l'assoluta pulizia del fondo.

### 62.2.2. Trasporto del conglomerato

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto al punto 68.2.16. Qualora il trasporto avvenga con betoniere sarà opportuno, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto; ove dovesse constatarsi una consistenza sensibilmente superiore a quella richiesta, la stessa potrà essere portata al valore prescritto mediante l'aggiunta di acqua e/o di additivi superfluidificanti, con ulteriore mescolamento in betoniera, purché il valore massimo del rapporto acqua/cemento non venga in questo modo superato. Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di lavorabilità, dall'impianto al luogo dello scarico, dovesse superare i 5 cm alla prova del cono. In questo caso il conglomerato sarà respinto.

### 62.2.3. Getto del conglomerato

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Il conglomerato sarà posto in opera per strati, disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata; tali strati saranno di limitato spessore. Il getto sarà convenientemente pigiato o, se prescritto, vibrato; la pigiatura dovrà essere effettuata con la massima cura, normalmente agli stessi strati, e sarà proseguita fino alla eliminazione di ogni zona di vuoto e fino alla comparsa, in superficie del getto, di un velo di acqua.



#### 62.2.4. Ripresa del getto

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la tabella riportata a fianco indica in funzione della temperatura ambiente.

Nel caso che l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta

TAB. 79 - Conglomerato cementizio armato. Tempo massimo per interruzione del getto in rapporto alla temperatura ambiente

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Tempo (h)	6,00	4,30	3,75	3,00	2,30	2,15	2,00

cementizia dosata a 600 kg di cemento, dello spessore di  $1 \div 2$  cm. Per riprese eccedenti il doppio dei tempi segnati nella precedente tabella si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione ovvero, ove si richiedano anche caratteristiche di impermeabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di malte speciali brevettate.

#### 62.2.5. Vibrazione del conglomerato

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando debbano impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione. I vibratori potranno essere interni (per vibratori a lamina o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto o alle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultima sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato. La vibrazione superficiale verrà di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (max. 20 cm). La vibrazione interna verrà eseguita immergendo verticalmente il vibratore in punti distanti tra loro  $40 \div 80$  cm (in rapporto al raggio di azione del vibratore), ad una profondità non superiore a 40 cm (interessando comunque la parte superficiale del getto precedente per circa 10 cm) e ritirando lo stesso lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato. La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta liquida. Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

#### 62.2.6. Temperatura del conglomerato

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di  $15,5$  °C. Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese le precauzioni di cui ai punti che seguono.



#### 62.2.7. Getto nella stagione fredda

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superfici interessate dal getto né sulle armature o nelle casseformi. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere anche il riscaldamento degli inerti e l'impiego di riscaldatori a vapore prima dell'inizio del getto. La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13 °C per getti di spessore minore di 20 cm e di 10 °C negli altri casi. Nel caso si ricorra al riscaldamento dell'acqua d'impasto, dovrà evitarsi che la stessa venga a contatto diretto con il cemento qualora la sua temperatura fosse superiore a 40 °C; per temperature superiori si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela sarà scesa sotto i 40 °C. Nei periodi freddi, e comunque su prescrizione della Direzione Lavori, sarà consigliabile l'uso di acceleranti invernali (antigelo) ed eventualmente di additivi aeranti in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3 ÷ 5%. Dovrà curarsi in ogni caso che la temperatura del getto non scenda al disotto di 5 °C per non meno di giorni 4 nelle strutture sottili e per non meno di 3 giorni nelle strutture di medio e grosso spessore. Nessuna ulteriore protezione sarà necessaria quando la resistenza a compressione del conglomerato abbia raggiunto il valore di 5 N/mm<sup>2</sup>.

#### 62.2.8. Getto nella stagione calda

Durante la stagione calda dovrà curarsi che la temperatura dell'impasto non superi i 30 °C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti. Qualora la temperatura dell'impasto non potesse venire mantenuta sotto i 30 °C, i getti dovranno essere sospesi a meno che non venga aggiunto agli impasti un efficace additivo plastificante-ritardante. Durante la stagione calda verrà eseguito un controllo più frequente della consistenza; la stagionatura inoltre dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento.

#### 62.2.9. Protezione e inumidimento – Stagionatura

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica o con speciali pellicole antievaporanti (prodotti di curing, v. UNI 8656) date a spruzzo. In ogni caso la stagionatura non dovrà avere durata, in giorni, inferiore ai valori riportati nella Tab. 80.





TAB. 80 - Tempo di stagionatura. Durata minima in giorni per diversi tipi di esposizione

	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
SVILUPPO RESISTENZA CALCESTRUZZO	a/c<0,5	Cem. 42,5 R		a/c 0,5÷0,6 a/c<0,5	Cem. 42,5 R Cem. 32,5 R		altri casi		
Temperatura calcestruzzo > °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante stagionatura									
Ombra, umidità ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, umidità ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento forti, umidità < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

#### 62.2.10. Protezione dalla fessurazione

In fase di indurimento, il conglomerato dovrà essere protetto dai danneggiamenti causati dalle tensioni interne ed esterne causate dal calore endogeno. Pertanto, onde evitarsi fessurazioni superficiali, la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto non dovrà superare, in condizioni normali, il valore di 20 °C.

#### 62.2.11. Maturazione a vapore

Nel caso venisse autorizzata o prescritta la maturazione a vapore del conglomerato, dovranno essere rispettate le seguenti modalità:

- la temperatura del calcestruzzo durante le prime 3 h dall'impasto non dovrà superare 30 °C, né 40 °C dopo le prime 4 h;
- il gradiente di temperatura non dovrà superare 20 °C/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non dovrà, in media superare 60 °C;
- il calcestruzzo dovrà essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 °C/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorrerà ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

### 62.3. DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO

#### 62.3.1. Generalità

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori. Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a  $0,20 R_{ck}$  e comunque superiore a 5 N/mm<sup>2</sup>. Subito dopo il disarmo si dovrà provvedere all'occlusione di eventuali fori con malta antiritiro nonché alla regolarizzazione delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg di cemento. Si dovrà



provvedere quindi alle operazioni di bagnatura delle superfici, così come prescritto al precedente punto 70.2.9.; ove tale operazione desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antievvaporanti.

#### 62.3.2. Tempi minimi di disarmo

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla seguente tabella:

Durante la stagione fredda il tempo per lo scassamento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

#### 62.4. GETTI IN AMBIENTI AGGRESSIVI

TAB. 81 - Getti di conglomerato cementizio armato. Tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archie volte, ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

In aggiunta a quanto prescritto al punto 68.2.12. del presente Capitolato, per le opere in cemento armato da realizzare in prossimità dei litorali marini o in ambienti particolarmente aggressivi, si osserveranno le ulteriori seguenti prescrizioni:

- *La distanza minima dell'armatura dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 2 cm per le solette e di 4 cm per le travi ed i pilastri; ove venissero prescritti copriferri maggiori, saranno presi idonei provvedimenti atti ad evitare il distacco (reti, ecc.).*
- *Il conglomerato dovrà avere classe non inferiore a C25/30, sarà confezionato con cemento pozzolanico, verrà gettato in casseforme metalliche e sarà vibrato.*

#### 62.5. ACCIAI PER CONGLOMERATI NORMALI

Gli acciai per conglomerati armati normali dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle resistenze ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle "Norme Tecniche" richiamate nelle "Generalità" nonché, per le specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova, alle prescrizioni riportate al punto 48.1. del presente Capitolato.

##### 62.5.1. Regole specifiche

Per quanto riguarda la calibratura dell'armatura longitudinale e delle staffe, i limiti di dimensionamento specifico, la disposizione e diffusione delle staffe, l'armatura a taglio e torsione, i particolari per zona sismica, le strutture bidimensionali, ecc., si fa rinvio a quanto al riguardo prescritto al punto 5.1.6. delle superiori norme.



#### 62.5.2. Ancoraggio delle barre

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri). Tali operazioni potranno invece essere effettuate nelle zone di minore sollecitazione, lungo l'asse della trave. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle zone di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Il progetto o il Direttore dei lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto che potrà effettuarsi mediante:

- *Sovrapposizione*, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.
- *Saldatura*, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore.
- *Manicotto filettato o presso-estruso*, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

#### 62.5.3. Piegatura delle barre

Le barre dovranno essere piegate con un raccordo circolare di raggio non inferiore a sei volte il diametro. Per le barre di acciaio inossidabile sono vietate le piegature a caldo.

#### 62.5.4. Copriferro e interferro

La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure dovranno essere aumentate, nel caso di ambienti aggressivi, così come disposto al punto 70.4. del presente Capitolato. Le superfici delle barre dovranno essere mutualmente distanti in ogni direzione di almeno un diametro e, in ogni caso, di non meno 2 cm. Per le barre di sezione non circolare si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.

#### 62.5.5. Armature nei pilastri

Le barre di armatura parallele all'asse dei pilastri dovranno avere diametro non inferiore a 12 mm. Nelle sezioni a spigolo vivo vi sarà la presenza di una barra per ogni spigolo; in quelle ad andamento continuo, tale presenza sarà ad interdistanze non superiori a 300 mm. Le armature trasversali (staffe) dovranno essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre longitudinali, con un massimo di 250 mm. Il diametro minimo delle staffe sarà di 6 mm e comunque non inferiore ad 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.



Studio Associato Barbieri

### *Art. 23 - CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE*

Per l'esecuzione di tali opere provvisoriale, sia del tipo fisso che scorrevole, l'Appaltatore potrà adottare tutti i sistemi che ritiene più idonei o di propria convenienza (salvo diversa prescrizione), purché soddisfino alle migliori condizioni di stabilità e di sicurezza, anche nei riguardi del disarmo. Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Appaltatore è tenuto ad osservare le norme ed i vincoli che fossero imposti da Organi competenti, con particolare riguardo agli ingombri negli alvei ed alle sagome libere nei sopra e sottopassaggi. Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato; si richiama peraltro quanto prescritto ai punti 69.2.6. e 69.2.7. del presente Capitolato. Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato. La relativa applicazione sarà effettuata così come specificato al precedente punto 69.2.4. I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbradamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto. Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo. Dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.

### *Art. 24 - OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI*

#### 64.0. GENERALITÀ

##### 64.0.1. Accettazione dei materiali

Tutti i materiali in acciaio o in metallo in genere, destinati all'esecuzione di opere e manufatti, dovranno rispondere alle norme di cui agli artt. 46 e 47 del presente Capitolato, alle prescrizioni di Elenco od alle disposizioni che più in particolare potrà impartire la Direzione Lavori. L'Appaltatore sarà tenuto a dare tempestivo avviso dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati di modo che, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la stessa Direzione possa disporre il prelievo dei campioni da sottoporre alle prescritte prove di qualità ed a "test" di resistenza.



#### 64.0.2. Modalità di lavorazione

Avvenuta la provvisoria accettazione dei materiali, potrà venire iniziata la lavorazione; dovrà comunque esserne comunicata la data di inizio affinché la Direzione, a norma di quanto stabilito al punto 27.27. del presente Capitolato, possa disporre i controlli che riterrà necessari od opportuni. Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze consentite. Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti possibilmente con dispositivi agenti per pressione; riscaldamenti locali, se ammessi, non dovranno creare eccessivi concentrazioni di tensioni residue. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia o anche ad ossigeno o a laser purché regolari; i tagli irregolari, in special modo quelli in vista, dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti. I fori per chiodi e bulloni dovranno sempre essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego del punzone per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitivo (per non meno di 3 mm), da allargare poi e rifinire mediante il trapano e l'alesatore. Per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma. I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni d'officina all'atto dell'alesatura dei fori.

#### 64.0.3. Modalità esecutive delle unioni

Le unioni dei vari elementi componenti le strutture o i manufatti dovranno essere realizzate conformemente alle prescrizioni di progetto, richiamandosi, per bulloni e chiodi, le disposizioni di cui al punto 11.2.4.8.4 delle norme tecniche e, per le saldature, il punto 11.2.4.5 delle stesse norme. In particolare:

- a) - *Unioni chiodate.* Saranno eseguite fissando nella giusta posizione relativa, mediante bulloni di montaggio ed eventuale ausilio di morse, gli elementi da chiodare, previamente ripuliti. I chiodi dovranno essere riscaldati con fiamma riduttrice o elettricamente e liberati da ogni impurità (come scorie, tracce di carbone) prima di essere introdotti nei fori; a fine ribaditura dovranno ancora essere di color rosso scuro.
- b) - *Unione con bulloni normali e ad attrito.* Saranno eseguite mediante bullonatura, previa perfetta pulizia delle superfici di combaciamento mediante sgrassaggio, fiammatura o sabbiatura a metallo bianco, secondo i casi. Nelle unioni si dovrà sempre far uso di rosette. Nelle unioni con bulloni normali, in presenza di vibrazioni o di inversioni di sforzo, si dovranno impiegare controdadi oppure rosette elastiche.

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata; tutte comunque dovranno essere tali da garantire una precisione non minore del 5%. Per le bullonature degli elementi strutturali in



## Studio Associato Barbieri

acciaio dovranno altresì essere rispettate le disposizioni di cui ai punti 5.2.8.6 e 5.2.8.7 delle "Norme Tecniche" di cui al successivo punto 75.1.

c) - *Unioni saldate*. Potranno essere eseguite mediante procedimenti di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti o con procedimenti automatici ad arco sommerso o sotto gas protettivo o con altri procedimenti previamente approvati dalla Direzione Lavori. In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore, praticamente esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base.

La preparazione dei lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità. Per le saldature degli elementi strutturali in acciaio dovranno altresì essere rispettate le prescrizioni di cui al punto 5.2.8.8 delle "Norme Tecniche". Per l'entità ed il tipo dei controlli si farà riferimento al Cap. 11 delle stesse. Sia in officina, che in cantiere, la saldatura dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063; potrà essere ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN 2883. Nella esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere eseguite le prescrizioni della EN 1011, punti 1 e 2, per gli acciai ferritici e della parte 3 per quelli inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà di norma la EN 29692. Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie delle saldature dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con materiale di base. Tutti i lavori di saldatura dovranno essere eseguiti al riparo da pioggia, neve o vento, salvo l'uso di speciali precauzioni; saranno inoltre sospesi qualora la temperatura ambiente dovesse scendere sotto  $-5^{\circ}\text{C}$ . Per le modalità di esecuzione dei controlli (distruttivi o non distruttivi) ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alla EN 12062. Gli operatori che seguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo EN 473, almeno di secondo livello.

d) - *Unioni per contatto*: Per tali tipi di unione si rinvia alle disposizioni particolari di cui al punto 5.2.8.9 delle "Norme Tecniche". Le superfici di contatto dovranno essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

e) - *Apparecchi di appoggio, cavi, barre e funi*: per tali elementi si rinvia ai punti 5.2.8.11 e 5.2.8.12 delle stesse norme tecniche.

### 64.0.4. Montaggio di prova

Per strutture o manufatti particolarmente complessi ed in ogni caso se disposto dalla Direzione Lavori, dovrà essere eseguito il montaggio provvisorio in officina; tale montaggio potrà anche



## Studio Associato Barbieri

essere eseguito in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti. Del montaggio stesso si dovrà approfittare per eseguire le necessarie operazioni di marcatura. Nel caso di strutture complesse costruite in serie sarà sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura venga eseguita con maschere o con procedimenti equivalenti. L'Appaltatore sarà tenuto a notificare, a tempo debito, l'inizio del montaggio provvisorio in officina di manufatti e strutture, o relative parti, affinché la Direzione possa farvi presenziare, se lo ritiene opportuno, i propri incaricati. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente tra di loro. Quelli rifiutati saranno marcati con un segno apposito, chiaramente riconoscibile, dopo di che saranno subito allontanati.

### 64.0.5. Pesatura dei manufatti

Sarà eseguita in officina od in cantiere, secondo i casi e prima del collocamento in opera, verbalizzando i risultati in contraddittorio, fra Direzione Lavori ed Appaltatore.

### 64.0.6. Controllo del tipo e della quantità delle opere – Verifica delle strutture murarie

L'Appaltatore è obbligato a controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in posto il tipo, la quantità e le misure degli stessi. Dovrà altresì verificare l'esatta corrispondenza plano-altimetrica e dimensionale tra strutture metalliche e strutture murarie, ciò in special modo quando i lavori in metallo fossero stati appaltati in forma scorporata. Delle discordanze riscontrate in sede di controllo dovrà esserne dato tempestivo avviso alla Direzione Lavori per i necessari provvedimenti di competenza; in difetto, o qualora anche dall'insufficienza o dall'omissione di tali controlli dovessero nascere inconvenienti di qualunque genere, l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminarli a propria cura e spese, restando peraltro obbligato al risarcimento di eventuali danni.

### 64.0.7. Collocamento e montaggio in opera – Oneri connessi

L'Appaltatore dovrà far tracciare o eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni e i fori dovranno essere svasati in profondità e, prima che venga eseguita la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti. Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, staffe e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili; mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili. I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti o imperfezioni di sorta.



## Studio Associato Barbieri

Per le strutture metalliche, qualora in sede di progetto non fossero prescritti particolari procedimenti di montaggio, l'Appaltatore sarà libero di scegliere quello più opportuno, previo benestare della Direzione Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e premontaggio non impongano alle strutture condizioni di lavoro più onerose di quelle risultanti a montaggio ultimato e tali perciò da poter determinare deformazioni permanenti, demarcature, autotensioni, ecc. Occorrendo, pertanto, le strutture dovranno essere opportunamente e provvisoriamente irrigidite. Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni, quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti, scarichi, ricarichi, sollevamenti, ecc.), ogni opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrente, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie, le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

### 64.0.8. Verniciatura e zincatura

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo. L'operazione dovrà essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici. Di norma, nelle strutture chiodate o bullonate, dovranno essere verniciate con una ripresa di pittura di fondo non soltanto le superfici esterne, ma anche tutte le superfici a contatto (ivi comprese le facce dei giunti da effettuare in opera) e le superfici interne dei cassoni; saranno esclusi solo i giunti ad attrito, che dovranno essere accuratamente protetti non appena completato il serraggio definitivo, verniciando a saturazione i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dadi dei bulloni, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto. A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripristinare tutte le verniciature eventualmente danneggiate dalle operazioni di trasporto; infine, qualora la posizione di alcuni pezzi desse luogo, a montaggio ultimato, al determinarsi di fessure o spazi di difficile accesso per le operazioni di verniciatura e manutenzione, tali fessure o spazi dovranno essere, prima dell'applicazione delle mani di finitura, accuratamente chiusi con materiali sigillanti. La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali già lavorati, mediante immersione in zinco fuso conformemente alle prescrizioni della UNI EN ISO 1461; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e solo su precisa autorizzazione della Direzione dei lavori.





## *Art. 25 - IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE*

### 65.0. GENERALITÀ

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, scarichi, ecc., in modo da garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua. Il piano di posa delle opere murarie dovrà essere ben livellato ed avere una superficie priva di asperità, possibilmente lisciata, perfettamente asciutta e livellata. In ogni caso la stagionatura non dovrà risultare inferiore a 20 giorni. I materiali da impiegare nelle opere di impermeabilizzazione dovranno presentare i requisiti e le caratteristiche di cui all'art. 54 del presente Capitolato. All'atto del collaudo o verifica i manti impermeabili ed i relativi raccordi dovranno risultare perfettamente integri, senza borse, fessurazioni, ecc. salvo danni causati da forza maggiore (escludendosi, tra questi, quelli eventuali provocati da azioni meteorologiche, anche se di entità eccezionale). Tutte le superfici di estradosso dei volti e degli impalcati stradali in generale, specie se in conglomerato cementizio armato, dovranno venire opportunamente protette contro l'azione delle acque meteoriche e delle soluzioni saline acide in particolare. Tale protezione dovrà possedere tra l'altro i seguenti requisiti:

- essere inattaccabile dalle soluzioni saline normalmente impiegate;
- possedere una aderenza al manufatto (se impiegata direttamente sotto pavimentazione) non inferiore a quella dei conglomerati bituminosi;
- offrire ai superiori strati di pavimentazione un'aderenza non inferiore a quella che gli stessi avrebbero in assenza di protezione;
- avere caratteristiche di plasticità e/o di elasticità tali da assorbire senza danni (fino a  $-15^{\circ}\text{C}$ ) le compressioni e le vibrazioni indotte dal traffico;
- avere sufficiente consistenza da sopportare, senza danni, le successive operazioni di cantiere ed in particolare la stesa ed il successivo rullaggio del conglomerato bituminoso a caldo (circa  $140^{\circ}\text{C}$ ).

### 65.1. IMPERMEABILIZZAZIONI STRATIFICATE MULTIPLE

#### 65.1.0. Generalità

Le impermeabilizzazioni in argomento saranno costituite da stratificazioni alternate di spalmature bituminose e strati di supporto bitumati per le quali, risultando la casistica tecnologica alquanto vasta in rapporto sia alla varietà dei materiali, sia alle diverse condizioni di applicazione, verranno date di seguito delle prescrizioni di carattere generale, con riferimento a minimi, rimandando per i particolari agli esecutivi di progetto ed alle disposizioni della



Direzione Lavori.

#### 65.1.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali da impiegare nella esecuzione delle presenti impermeabilizzazioni saranno in linea generale costituiti da bitumi puri da spalmatura UNI 4157 (o preferibilmente da mastici bituminosi) e da cartongeltri (cilindrici o ricoperti) o meglio da supporti in fibre di vetro (o di poliestere o combinati) impregnati di bitume o impregnati e ricoperti da miscele bituminose. Per le caratteristiche si rimanda ai punti 54.1.1., 54.4.1. e 54.4.2. del presente Capitolato con l'avvertenza che il bitume tipo 0 potrà essere impiegato su superfici con pendenza non superiore al 3% ed il tipo 15 su superfici con pendenza fino all'8%.

#### 65.1.2. Massa base di bitume (M.B.B.)

Nella esecuzione dei manti stratificati per impermeabilizzazione è prescritta una *massa base di bitume* (M.B.B.) minima di  $3,5 \text{ kg/m}^2$  intendendo per M.B.B. la massa complessiva di bitume solubile in tetracloruro di carbonio contenuta nell'unità di superficie del manto impermeabile completo; dal computo verranno esclusi:

- l'eventuale applicazione di impregnazione del piano di posa a mezzo di soluzione bituminosa;
- la prima spalmatura di materiale bituminoso effettuata direttamente sul piano di posa, nel limite del 50% in massa.

#### 65.1.3. Numero complessivo degli strati

Nell'impermeabilizzazione è prescritto un numero complessivo tra strati di supporto e spalmature bituminose complete, eseguite alternativamente, non inferiori a 5; nel computo non verranno considerati gli strati precedentemente elencati al punto 77.2.2. fatta eccezione per la prima spalmatura.

#### 65.1.4. Modalità esecutive degli strati

Nella forma più generale di esecuzione la realizzazione di un manto bituminoso stratificato sarà effettuata con le modalità di seguito descritte:

- a) - Spalmatura a freddo di una soluzione di bitumi ossidati (con le avvertenze di cui al punto 77.2.1.) in solventi a rapida essiccazione. L'impregnazione sarà effettuata su superfici perfettamente asciutte o depolverate, con l'impiego di soluzione in quantità non inferiore a  $0,4 \text{ kg/m}^2$ .
- b) - Prima spalmatura bituminosa a caldo ( $180 \div 200 \text{ }^\circ\text{C}$ ) di bitume ossidato o di mastice bituminoso. La quantità da impiegare sarà compresa tra  $1,5 \div 2 \text{ kg/m}^2$  in rapporto alle



Studio Associato Barbieri

caratteristiche della superficie di base.

- c) -Prima applicazione di supporto bitumato (cartonfeltro, fibre di vetro, ecc., di massa areica prescritta) sulla spalmatura di bitume, con sovrapposizione dei lembi non inferiore a 8 cm ed incollaggio degli stessi con bitume a caldo o con fiamma secondo i tipi.
- d) - Seconda spalmatura bituminosa a caldo di massa non inferiore a 1,0 kg/m<sup>2</sup> (spalmatura intermedia tipo).
- e) -Ripetizione delle operazioni di cui alle lettere c) e d) per le volte necessarie a realizzare il numero di strati prescritti, sfalsando o incrociando gli strati di supporto.
- f) - Spalmatura terminale bituminosa in quantità non inferiore a 1,5 kg/m<sup>2</sup>.

## ***Art. 26 - OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI***

### **66.0. GENERALITÀ**

#### **66.0.1. Forme – Dimensioni e caratteristiche**

Le opere in marmo, pietre naturali o artificiali dovranno corrispondere, nei limiti delle tolleranze indicate, alle forme e dimensioni prescritte ed essere lavorate secondo le indicazioni del presente Capitolato e di quelle che fornirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta e rispondere ai requisiti indicati al punto 42.9. del presente Capitolato. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, qualora non disposto e nei limiti del presente articolo, le misure dei vari elementi di ogni opera, la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione ed ai quali lo stesso sarà tenuto ad uniformarsi. Le lastre di rivestimento o di pavimentazione dovranno essere accostate in maniera da evitare contrasti di colore o di venatura, tenendo conto delle caratteristiche del materiale impiegato e delle particolari disposizioni della Direzione.

#### **66.0.2. Tolleranze**

Sulla larghezza e lunghezza degli elementi, conci o manufatti in genere, sarà ammessa una tolleranza non superiore al  $\pm 0,5\%$ ; per le lastre, gli scarti nelle misure non dovranno superare il valore di  $+ 0,5/-1$  mm per le dimensioni lineari e del  $\pm 5\%$  per lo spessore. Tolleranze più ristrette potranno comunque essere disposte in progetto o prescritte dalla Direzione.



### 66.0.3. Campioni e modelli

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà predisporre, a propria cura e spese, i campioni dei vari marmi e pietre, lavorati secondo prescrizione, sottoponendoli all'esame della Direzione Lavori; tali campioni, se accettati, verranno debitamente contrassegnati e conservati, come termini di riferimento e confronto, negli uffici della Direzione o in locali appositamente assegnati.

### 66.0.4. Controlli e corrispondenze

L'Appaltatore è tenuto a rilevare e controllare che ogni elemento o manufatto ordinato e da collocare corrisponda alle strutture rustiche di destinazione, segnalando tempestivamente alla Direzione Lavori eventuali divergenze od ostacoli. In difetto, resteranno a carico dello stesso ogni spesa ed intervento derivanti da non esatte risponderne o da collocazioni non perfettamente calibrate.

### 66.0.5. Protezione dei manufatti – Obblighi in caso di scorporo

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti debba essere effettuata direttamente dall'Appaltatore, quanto nel caso in cui la fornitura sia parzialmente o totalmente scorporata e lo stesso sia unicamente tenuto alla posa in opera, tenuti presenti gli obblighi e le prescrizioni di cui al punto 27.25. del presente Capitolato, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura onde evitare, durante le varie operazioni di carico, trasporto, eventuale magazzinaggio e quindi collocamento in sito e fino al collaudo, rotture, scheggiature, rigature, abrasioni, macchie e danni di ogni genere ai marmi ed alle pietre. Egli pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, scalini, zoccoletti, pavimenti ed in genere di tutte quelle parti che, avendo già ricevuto la lavorazione di finitura, potrebbero restare comunque danneggiate dai successivi lavori di cantiere. L'Appaltatore resterà di conseguenza obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato ricorrendo se necessario, ed a giudizio insindacabile della Direzione, anche alla sostituzione dei pezzi danneggiati ed a tutti i conseguenti ripristini. Resta peraltro precisato che qualora la fornitura dovesse avvenire in forma scorporata, all'atto del ricevimento in cantiere dei materiali l'Appaltatore dovrà segnalare alla Direzione eventuali difetti o difformità, restando egli stesso responsabile, in caso di omissione, della completa rispondenza della fornitura.

### 66.0.6. Posa in opera dei manufatti

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra alle strutture di supporto si adopereranno grappe, perni, staffe, sbarre, ecc. in ottone ricotto, rame, bronzo, acciaio inossidabile, di tipo e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, previo benessere della



## Studio Associato Barbieri

Direzione Lavori. Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature, di forma adatta, a mezzo di piombo fuso battuto a mazzuolo o di malte epossidiche e saranno murati sui supporti con malta cementizia. I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo ed i relativi supporti, a norma di quanto prescritto al punto 79.2.1. del presente Capitolato, dovranno essere accuratamente riempiti con malta idraulica sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. Sarà assolutamente vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa o di gesso, tanto per la posa quanto per il fissaggio provvisorio dei pezzi. L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio ed il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, ecc., dove i pezzi risultino sospesi alle strutture in genere ed a quelle in cemento armato in particolare; in tal caso si potrà richiedere che le pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto ed incorporati con opportuni mezzi alla massa delle murature o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno impartite dalla Direzione e senza che l'Appaltatore abbia a pretendere speciali compensi. Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione stabilita dai disegni o indicata dalla Direzione Lavori; le connessioni ed i collegamenti, eseguiti a perfetto combaciamento, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, secondo disposizione. Potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in tempi successivi, senza che l'Appaltatore possa richiedere extracompenzi. Nei rivestimenti delle zone di spigolo, le lastre incontrantesi ad angolo dovranno essere rese solidali tra loro mediante idonee piastre o squadrette in metallo inossidabile, fissate a scomparsa con adeguati adesivi; negli spigoli sarà comunque vietato il taglio a 45° dei bordi delle lastre.

### 66.1. CORDOLI PER MARCIAPIEDI – MANUFATTI LAPIDEI STRADALI

#### 66.1.2. Cordoli in elementi prefabbricati

Saranno del tipo prescritto in progetto ed avranno di norma lunghezza non inferiore a 100 cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari. Lo strato superficiale dei cordoli prefabbricati sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio. La messa in opera avverrà come al precedente punto 80.4.1; la stesura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco.

#### 66.1.3. Manufatti lapidei stradali. Tipi diversi

Saranno conformi, se non diversamente disposto, alle prescrizioni delle norme di unificazione riportate al punto 42.10. del presente Capitolato.



## *Art. 27 - OPERE DA CARPENTIERE*

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grosse armature, impalcati, ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione Lavori. Le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni indicate ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né alcun altro mezzo di guarnitura o ripieno. Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe, fasciature o altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date; nelle facce di giunzione, qualora non diversamente disposto, verranno interposte delle lamine di piombo dello spessore di 1 mm. Dovendosi impiegare chiodi per il collegamento dei legnami, sarà vietato farne l'applicazione senza averne apparecchiato prima il conveniente foro. I legnami prima della loro posa in opera e prima della spalmatura di catrame o di carbolino, secondo quanto verrà disposto, e prima della coloritura, dovranno essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente. Tutte le parti dei legnami destinate ad essere incassate nelle murature dovranno, prima della posa in opera, essere convenientemente sottoposte a trattamenti di protezione; in opera saranno tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate dalle murature in modo da permetterne l'aerazione.

## *Art. 28 – DRENAGGI*

### 68.1. DRENAGGI

#### 68.1.0. Generalità

I drenaggi di risanamento del corpo stradale e zone latitanti, che si rendessero necessari, saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo, procedendo da valle verso monte così da assicurare il regolare deflusso delle acque. Prima di stabilire definitivamente il piano del fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione Lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi stimerà necessario praticare; la profondità del drenaggio e la pendenza del cunicolo saranno stabilite in relazione ai saggi, ove si riscontri il punto più depresso dello strato impermeabile. Il fondo dei drenaggi dovrà essere di norma rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta. Per quanto riguarda il riempimento in pietrame si rimanda alle norme di cui al punto 67.3.2. Si richiamano inoltre gli oneri e le responsabilità di cui al punto 48.1.7. del presente Capitolato.



#### 68.1.1. Drenaggi con filtro in geotessile

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo geotessile di poliestere o polipropilene, secondo prescrizione. I vari elementi di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno cm 50. La parte inferiore dei geotessili, a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo). Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il geotessile alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il geotessile fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

### *Art. 29 – TUBAZIONI*

#### 69.0. GENERALITÀ

##### 69.0.1. Progetto esecutivo

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione, a norma di quanto più in generale prescritto nell'Appendice A del presente Capitolato, dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, di modo che possano individuarsi con esattezza i diametri ottimali delle varie tubazioni ed i relativi spessori. Lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo. Dovranno comunque essere rispettate le *"Norme tecniche relative alle tubazioni"* emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative *"Istruzioni"* diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Dovrà infine essere rispettato il *"Regolamento concernente i materiali che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"* adottato con D. Min. Salute 6 aprile 2004, n. 174.



#### 69.0.2. Tubi, raccordi e apparecchi

I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco. La posizione esatta cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta o approvata dalla Direzione; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

#### 69.0.3. Tracciati e scavi delle trincee

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione o alle loro combinazioni (curve abbinata). La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire; peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi. La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi o infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare. Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate. Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

#### 69.0.4. Preparazione del piano di posa – Massetto

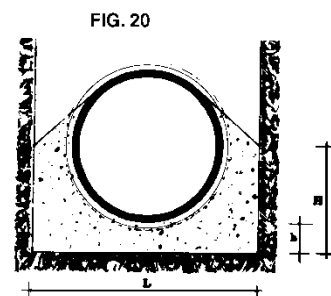
Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di  $D/10 + 10$  cm (essendo "D" il diametro



esterno del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza e lunghezza del cavo.

TAB. 84 - Tubazioni interrante. Dimensionamento minimo del massetto di posa

PARAMETRI		Diametro esterno del tubo (cm)													
		15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	
Altezza platea	(h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16	
Altezza rinfiacco	(H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78	
Larghezza massetto	(L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140	



Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, conformato come alla Fig. 21, con misure (in sezione) non inferiori a quelle riportate nella seguente tabella:

#### 69.0.5. Scarico dai mezzi di trasporto

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti. Sarà vietato l'aggancio a mezzo di cappio di funi metalliche.

#### 69.0.6. Pulizia dei tubi e accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo o apparecchio dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti o altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con appositi tappi.

#### 69.0.7. Posa in opera dei tubi

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo i cavi. Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove così si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione.



## Studio Associato Barbieri

Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di  $5^\circ$  (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

### 69.0.8. Posa in opera dei raccordi, apparecchi e accessori

L'impiego dei raccordi e degli apparecchi dovrà corrispondere alle indicazioni di progetto o a quelle più particolari che potrà fornire la Direzione Lavori. La messa in opera dovrà avvenire in perfetta coassialità con l'asse della condotta, operando con la massima cautela per le parti meccanicamente delicate.

### 69.0.9. Giunzioni in genere

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore. Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova che in anticipato esercizio e fino a collaudo.

### 69.0.10. Protezione esterna delle tubazioni

Le tubazioni interrate, se in acciaio, saranno protette in uno dei modi specificati al punto 46.7.2. del presente Capitolato; se in ghisa, mediante catramatura o bitumatura a caldo, così come indicato al punto 46.9.5. La protezione esterna dovrà essere continua ed estesa anche ai raccordi ed agli elementi metallici di fissaggio; qualora perciò nelle operazioni di montaggio la stessa dovesse essere danneggiata, si dovrà provvederne al perfetto reintegro o all'adozione di sistemi integrativi di efficacia non inferiore.

### 69.0.11. Murature di contrasto e di ancoraggio

Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc., se inseriti in tubazioni soggette a pressione (anche occasionalmente), dovranno essere opportunamente contrastati o ancorati. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione. I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati



## Studio Associato Barbieri

alla spinta da sostenere, spinta che sarà funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione. Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione. In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili.

### 69.0.12. Attraversamenti

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il rinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti.

### 69.0.12. Lavaggio e disinfezione delle tubazioni

Le tubazioni da adibire a condotte di acqua potabile dovranno essere scrupolosamente sottoposte a pulizia e lavaggio, prima e dopo le operazioni di posa, ed inoltre ad energica disinfezione da effettuare con le modalità prescritte dalla competente Autorità comunale o dalla Direzione Lavori. L'immissione di grassello o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovrà essere ripetuta tutte le volte che dovessero rinnovarsi le prove delle tubazioni, e questo senza alcun particolare compenso per l'Appaltatore.

### 69.0.13. Prova delle tubazioni

L'Appaltatore sarà strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di tubazione posati al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente, alla esecuzione delle giunzioni, la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio (se necessarie). Contemporaneamente dovrà disporre il rinterro parziale dei tubi nei tratti di mezzeria, curando che i giunti rimangano scoperti. Successivamente, non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature anzi dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Di conseguenza tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possano derivare alle tubazioni, alle trincee, ai lavori in genere ed alla proprietà dei terreni, a causa di eventuali ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore. Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 500 m, restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere. La prova verrà effettuata riempiendo d'acqua il tronco interessato e raggiungendo la pressione prescritta



## Studio Associato Barbieri

mediante pompa applicata all'estremo più depresso del tronco stesso; anche le letture al manometro dovranno effettuarsi in tale punto. Dovrà però tenersi presente che la pressione idraulica nel punto più alto del tronco non dovrà risultare minore della pressione idraulica nel punto più basso di oltre il 20%. Riempito il tronco da provare, questo dovrà restare in carico per circa 24 h ad una pressione idrostatica il cui valore dovrà essere non maggiore della pressione di progetto del tronco stesso. Al termine delle 24 h, contate a partire dal momento in cui il tratto in prova comincerà a mantenersi alla pressione applicata, si procederà ad una accurata ispezione delle parti visibili della tubazione, con particolare attenzione per i giunti ed i raccordi. Superata positivamente tale prova preliminare, la tubazione verrà gradualmente sottoposta alla pressione di prova vera e propria, che dovrà essere mantenuta per un periodo da 2h a 8 h secondo prescrizione. Al termine, posto l'esito favorevole della prova, si procederà nel più breve tempo al rinterro totale dello scavo, lasciando scoperti unicamente i punti che collegheranno tra loro i vari tronchi di prova. Di seguito, quando tutte le prove parziali fossero state ultimate, i vari tratti provati verranno tra loro collegati in via definitiva e l'intera condotta verrà allora messa in carico immettendovi la pressione di esercizio prevista in progetto. Quindi si procederà al rinterro completo dello scavo nei punti ancora scoperti. Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

### 69.0.14. Pressioni di prova e collaudo

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo di tubazioni impiegate e delle condizioni di esercizio delle condotte e delle canalizzazioni. Quando le tubazioni dovessero o potessero venire soggette a pressione, anche per breve tempo, la pressione di prova cui dovranno essere sottoposte sarà almeno  $1,5 \div 2$  volte quella statica massima prevista per il tratto cui appartiene il tronco da provare; questo sempreché detto valore risulti superiore alla pressione di esercizio  $P_e + 2$  (bar), valore limite inferiore per le pressioni di collaudo  $P_c$ . Nel caso di canalizzazioni di scarico con funzionamento non a pressione (fognature, ecc.) le pressioni di collaudo in campo saranno riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a 0,50 m circa. In ogni caso la pressione di prova sarà non inferiore a 0,5 bar, dovrà essere mantenuta per non meno di 15 minuti (previo riempimento preliminare della canalizzazione della durata di 24 h) e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità di acqua eventualmente aggiunta. Disposizioni diverse potranno comunque venire impartite dalla Direzione Lavori, in accordo anche a particolari specifiche di normazione.

## 69.0.15. Rinterro dei cavi

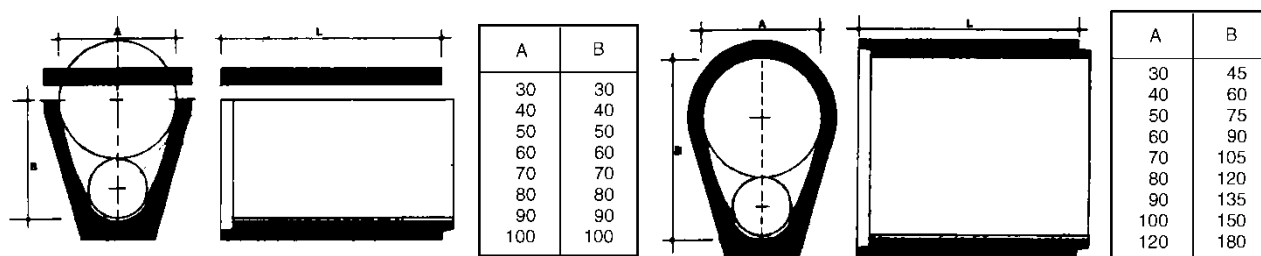
Per il rinterro dei cavi si riutilizzeranno, salvo diversa disposizione, i materiali provenienti dagli scavi, in precedenza depositati lungo uno o entrambi i lati degli stessi, o a deposito provvisorio, qualunque sia la consistenza ed il grado di costipamento delle materie stesse. Il rinterro sarà effettuato ricalzando i tubi lateralmente con materiale a granulometria fine e minuta ed avendo cura che non vengano a contatto degli eventuali rivestimenti pietre o quant'altro possa costituire fonte di danneggiamento, restando l'Appaltatore unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alle condotte in dipendenza dei modi di esecuzione del rinterro. Oltre l'altezza di 30 cm sulla generatrice superiore delle tubazioni, il rinterro sarà eseguito per strati successivi di altezza non maggiore di 30 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente pistonati con mazzaranghe, e questo fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare i futuri assestamenti. L'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a: 0,60 m ove il tracciato interessi terreni incolti, boschi, strade pedonali; 1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero; 1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza o inidoneità delle protezioni.

## 69.1. TUBAZIONI DI CLORURO DI POLIVINILE (PVC)

### 69.1.0. Generalità

Le tubazioni di cloruro di polivinile dovranno essere realizzate, in quanto ai materiali, con tubi di PVC non plastificato rispondenti ai requisiti di accettazione di cui al punto 56.2. del presente Capitolato. La posa in opera avverrà nel rispetto delle prescrizioni di progetto, con tutte le attenzioni che l'uso di detto materiale comporta.

FIG. 22 - Condotti semiovoidali e ovoidali prefabbricati. Dimensioni indicative



Nel caso di tubazioni interrato, la posa e la prima parte del rinterro dovranno eseguirsi con l'impiego di materiale arido a granulometria minutissima (possibilmente sabbia, per uno



spessore di copertura non inferiore a 20 cm), curando opportunamente la protezione nei riguardi dei carichi di superficie e di eventuali danneggiamenti accidentali. Nel caso di tubazioni esterne la posa avverrà a mezzo di opportuni ancoraggi e/o sostegni. Nella posa in opera, saranno vietate la formazione in cantiere dei bicchieri di innesto (dovendosi nel caso approvvigionare tubi preformati in stabilimento), la curvatura a caldo (dovendosi nel caso impiegare i relativi pezzi speciali) e la cartellatura. Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. Nelle giunzioni esterne del primo tipo dovrà essere tenuto conto dell'elevato coefficiente di dilatazione termica lineare del PVC (pari a circa 0,08 mm/m °C) inserendo, a monte dei punti fissi (nodi) appositi giunti di dilatazione; ciò in particolare nel caso si tratti di una certa lunghezza e di andamento rettilineo.

#### 69.1.1. Giunzioni rigide

Potranno essere del tipo *a bicchiere incollato*, del tipo *a bicchiere incollato e saldato*, del tipo *a manicotto incollato* (e saldato), del tipo *a vite e manicotto* ed infine del tipo *a flangia mobile*. Il giunto a bicchiere incollato sarà effettuato, previa pulizia delle pareti con idoneo solvente, spalmando l'estremità liscia del tubo e l'interno del bicchiere con opportuno collante vinilico (fornito dalla stessa ditta dei tubi) e realizzando l'accoppiamento con leggero movimento rotatorio onde favorire la distribuzione del collante stesso. Il tubo sarà spinto quindi fino in fondo al bicchiere ed il giunto così ottenuto dovrà essere lasciato indisturbato per non meno di 48 ore. Il giunto a bicchiere incollato e saldato sarà effettuato come in precedenza con l'aggiunta di una saldatura in testa al bicchiere eseguita con adatto materiale di apporto in PVC. Tale sistema di giunzione comunque, al fine di non diminuire le caratteristiche di resistenza dei tubi, non verrà impiegato nel caso di spessori non sufficienti. Il giunto a manicotto sarà effettuato su tubi con estremità lisce, per introduzione ed incollaggio delle stesse in un manicotto sagomato, espressamente costruito per lo scopo. Anche questo tipo di giunto potrà essere se del caso rinforzato, con la saldatura dei bordi del manicotto eseguita come in precedenza. Il giunto a flangia mobile verrà impiegato quando fosse richiesta la possibilità di montaggio e smontaggio della tubazione con una certa frequenza o per l'inserimento di apparecchiature e verrà effettuato incollando sull'estremità liscia del tubo un collare di appoggio contro il quale si porterà a contrastare una flangia di PVC. La tenuta sarà realizzata interponendo tra le flange un'opportuna guarnizione in gomma.

#### 69.1.2. Giunzioni elastiche

Saranno effettuate su tubi e pezzi speciali, un'estremità dei quali sarà idoneamente foggata a bicchiere e sede di apposita guarnizione elastica, o su tubi lisci a mezzo apposito manicotto a doppia guarnizione. Per l'esecuzione del giunto, pulite accuratamente le parti da congiungere, si inserirà l'anello nella sede predisposta, quindi si lubrificherà la superficie interna dello stesso



## Studio Associato Barbieri

e quella esterna del codolo con apposito lubrificante (acqua saponosa o lubrificanti a base di siliconi, ecc.) e si infilerà la punta nel bicchiere fino all'apposito segno di riferimento, curando che l'anello o gli anelli (nel caso del manicotto) non escano dalla sede.

### 69.1.3. Prova idraulica per condotte in pressione

Per l'esecuzione della prova idraulica valgono le norme generali di cui al precedente punto 84.0.14. La prova sarà riferita alla condotta con relativi giunti, curve, derivazioni e riduzioni, escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico quali: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc. Riempita la tratta dal punto più depresso, previa completa fuoriuscita dell'aria, si procederà a sottoporla a pressione a mezzo di una pompa a mano, salendo gradualmente di un'atmosfera al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio. Questa verrà mantenuta da 2 a 24 h, secondo prescrizione, per consentire l'assestamento dei giunti e la eliminazione di eventuali perdite che non richiedano lo svuotamento della condotta. Ad esito positivo di tale prova, si procederà a portare la tratta interessata alla pressione di prova. Quest'ultima sarà di 1,5 volte la pressione di esercizio, dovrà essere raggiunta con la gradualità sopra specificata e verrà mantenuta costante per una durata minima di 2 ore.

## ***Art. 30 - OPERE DI PROTEZIONE DELLE SCARPATE OPERE IN VERDE – CONSOLIDAMENTI***

### 70.1. CANALETTE DI SCARICO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

In sostituzione delle canalette in zolle erbose, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e posa in opera, lungo le scarpate, di canalette costituite da elementi prefabbricati, aventi di norma le misure di 50 □ 50 □ 20 cm, prodotti con macchinario a vibrocompressione, in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento, e stagionati almeno 28 giorni prima della posa in opera. Il peso dovrà risultare non inferiore a 35 kg. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. Gli elementi saranno posti in opera iniziando dal basso verso l'alto e saranno posizionati in cassonetto sagomato, appositamente predisposto con scavo. Alla testata dell'elemento a quota inferiore, ove non esistesse un ancoraggio in muratura, verranno infissi nel terreno due paletti di castagno; analoghi ancoraggi saranno predisposti lungo le scarpate ed in numero sufficiente ad impedire lo slittamento delle canalette. La sommità delle canalette che si dipartono dal piano viabile dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante strato di conglomerato bituminoso ed agli arginelli mediante invito in conglomerato cementizio.



## 70.2. LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale sarà stabilita di volta in volta che le relative superfici saranno pronte per la sistemazione a verde. L'Appaltatore dovrà provvedere innanzi tutto a riprendere con terreno agrario le eventuali erosioni determinatesi, curando che non vengano modificati i piani inclinati degli scavi e dei rilevati, piani che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale, dovranno risultare perfettamente regolari e con cigli ben profilati.

### 70.2.1. Lavorazione del terreno e concimazione

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Appaltatore dovrà eseguire un'accurata preparazione e lavorazione del terreno. Sulle scarpate di rilevato, questa avrà il carattere di vera e propria erpicatura, eseguita però superficialmente. Per le scarpate in scavo la lavorazione del terreno, a seconda della consistenza dei suoli, potrà limitarsi alla creazione di buchette per la messa a dimora di piantine o talee oppure alla creazione di piccoli solchetti e gradoncini, che consentano la messa a dimora di piante o la semina di miscugli.

In occasione del lavoro di erpicatura e prima dell'impianto delle talee, o delle piantine, o dell'impiantamento, l'Appaltatore effettuerà la concimazione di fondo, che sarà realizzata con la somministrazione di concimi minerali nei quantitativi di cui alla

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,48s$
(N° prelievi 3)	(N° prelievi ≥ 5)

tabella accanto. Oltre alla concimazione di fondo, l'Appaltatore dovrà effettuare le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi, in modo che lo sviluppo della vegetazione e del manto di copertura risulti, ad ultimazione dei lavori ed alla data del collaudo, a densità uniforme e senza spazi vuoti o radure. La composizione delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni da trattare, sarà specificata dalla Direzione Lavori con ordine di servizio.

### 70.2.2. Piantamento

Per la piantagione delle talee o delle piantine l'Appaltatore sarà libero di effettuare l'operazione in qualsiasi periodo, entro il tempo previsto per l'ultimazione, che ritenga più opportuno per l'attecchimento, restando comunque a suo carico la sostituzione delle piantine che per qualsiasi ragione non avessero attecchito. La piantagione verrà effettuata a quiconce, a file parallele al ciglio della strada. Le distanze per la messa a dimora, a seconda della specie delle piante, saranno le seguenti:

- *Piante a portamento erbaceo o strisciante*: 25 cm (Festuca glauca, Gazania splendens, Hedera helix, Hypericum calycium, Lonicera semper virens, Stachys lanata);
- *Piante a portamento arbustivo*: 50 cm (Crataegus pyracantha, Cytisus scoparius, Eucaliptus sp. pl., Mahonia aquifolium, Nerium oleander, Opuntia ficus indica, Pitosporum tobira,





## Studio Associato Barbieri

Rosmarinus officinalis, Spartium junceum).

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto l'Appaltatore riceverà un ordine di servizio nel quale saranno indicate le varie specie da impiegare nelle singole zone. L'impianto delle piante erbacee potrà essere fatto con l'impiego di qualsiasi macchina o attrezzo. Per l'impianto delle specie a portamento arbustivo l'Appaltatore avrà invece cura di operare in ampie buche preventivamente preparate. L'Appaltatore dovrà approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in modo da evitare fermentazioni o essiccamenti durante il trasporto. In ogni caso le piantine dovranno presentarsi, al momento dell'impianto, in stato di completa freschezza e vitalità.

### 70.2.3. Semine

Per particolari settori di scarpate stradali, determinati dalla Direzione a suo insindacabile giudizio, il rivestimento con manto vegetale potrà essere formato mediante semine di specie foraggere, in modo da costituire una copertura con le caratteristiche del prato polifita stabile. Il quantitativo di seme da impiegarsi per ogni ettaro di superficie di scarpata sarà 120 kg; all'atto della semina l'Appaltatore dovrà effettuare la somministrazione dei concimi potassici o fosfatici nei quantitativi previsti; i concimi azotati dovranno invece venire somministrati a germinazione avvenuta. I miscugli di sementi da impiegarsi nei vari tratti da inerbire risultano dalla Tab. 86. Il tipo di miscuglio da impiegare sarà stabilito dalla Direzioni Lavori con ordine di servizio. L'Appaltatore sarà libero di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina in caso di non perfetta germinazione.

TAB. 86 - Seminazioni di scarpate. Tipi di miscuglio

	Terreni calcarei sciolti	Terreni di medio impasto fertili	Terreni di medio impasto argillo-silicei-fertili	Terreni pesanti argillosi freschi	Terreni di medio impasto clima caldo-secco
S P E C I E	TIPO DI MISCUGLIO				
	1°	2°	3°	4°	5°
	chilogrammi/ettaro				
Lolium italicum	—	23	14	30	—
Lolium perenne	30	—	—	—	20
Arrhenatherum elatius	3	25	14	12	—
Dactylis glomerata	7	5	3	—	—
Trisetum flavescens	—	—	28	20	—
Festuca pratensis	—	—	9	6	—
Festuca rubra	10	7	—	—	—
Festuca ovina	—	—	—	—	6
Festuca heterophylla	—	—	—	—	9
Phleum pratense	—	7	7	12	—
Alopecurus pratensis	—	12	11	16	—
Cynosurus cristatus	—	—	—	—	3
Poa pratensis	3	23	18	4	2
Agrostis alba	—	6	4	4	—
Anthoxanthum odoratum	—	—	—	—	1
Bromus erectus	—	—	—	—	15
Bromus inermis	40	—	—	—	12
Trifolium pratense	8	5	6	4	—
Trifolium repens	—	7	4	—	—
Trifolium hybridum	—	—	—	6	—
Medicago lupulina	3	—	—	—	6
Onobrychis sativa	—	—	—	—	40
Anthyllis vulneraria	10	—	2	6	3
Lotus corniculatus	6	—	2	6	3
Totale kg.	120	120	120	120	120



## Studio Associato Barbieri

La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano e con erpice a sacco. Dopo la semina, così come a germinazione avvenuta, il terreno dovrà essere battuto con il rovescio della pala.

### 70.2.4. Semine di miscugli preparatori su terreni destinati a talee

Nei tratti di scarpata con terreni di facile erodibilità la Direzione Lavori potrà ordinare, anche se fossero già stati effettuati o previsti impianti di talee e piantine, la seminazione di un particolare miscuglio da prato, con funzione preparatoria e miglioratrice del terreno e ad un tempo di rinsaldamento contro l'erosione delle acque. In questo caso le specie componenti il miscuglio e le rispettive quantità saranno le seguenti: *Trifolium pratense* 25 kg/ha; *Trifolium hybridum* 12 kg/ha; *Trifolium repens* 25 kg/ha; *Medicago lupulina* 12 kg/ha; *Lotus corniculatus* 26 kg/ha.

### 70.2.5. Semine mediante attrezzature a spruzzo

Le scarpate in rilevato o in scavo potranno venire sistemate mediante semine eseguite con particolari attrezzature a spruzzo e protezione con paglia, secondo le prescrizioni della Direzione. Il sistema potrà essere impiegato in tre modi differenti e precisamente:

- a) - impiego di miscuglio come da prescrizione, concime granulare ed acqua;
- b) - impiego di miscuglio come in a) ma con l'aggiunta di collanti come cellulosa, bentonite, torba, ecc.;
- c) - impiego di miscuglio come in a) e successivo spandimento di paglia.

I quantitativi di concimi e di sementi saranno gli stessi previsti ai precedenti punti 86.3.1. e 86.3.3. con l'aggiunta per il caso b), di scarto di cellulosa e bentonite sufficiente per ottenere l'aderenza dei semi e del concime alle pendici delle scarpate. In particolari settori, se ordinato dalla Direzione, alla semina effettuata come in a) seguirà uno spandimento di paglia da effettuarsi con macchine che consentano anche la spruzzatura di emulsione bituminosa. La paglia sarà impiegata nel quantitativo di 5 t/ha mentre l'emulsione, con funzione di collante, sarà nel quantitativo di 1,2 t/ha.

### 70.2.6. Rivestimento in zolle erbose

Nel caso di rivestimento con zolle erbose di vecchio prato polifita stabile, le zolle saranno ritagliate in formelle di forma quadrata, di dimensioni medie di 25 x 25 cm, saranno disposti a file con giunti sfalsati tra file contigue, e dovranno risultare assestate perfettamente senza alcuna soluzione di continuità. Il piano di impostazione dovrà essere preventivamente e debitamente costipato e spianato secondo l'inclinazione delle scarpate. Per scarpate di sviluppo superiore a 2,50 m, l'Appaltatore dovrà realizzare, ogni 2,00 m di sviluppo, delle strutture di ancoraggio a prevenzione di eventuali scivolamenti in fase di radicamento. Tali strutture avranno la forma di graticciate e saranno costruite con paletti di castagno, del diametro minimo di 4 cm, infissi



## Studio Associato Barbieri

saldamente nel terreno per una profondità di 40 cm e sporgenti dallo stesso per 10 cm, posti alla distanza di 25 cm ed intrecciati per la parte sporgente fuori terra con verghe di castagno, nocciolo, carpino, gelso, ecc., con esclusione del salice e del pioppo.

### 70.2.7. Cure colturali

Dal momento della consegna l'Appaltatore dovrà effettuare gli sfalci periodici dell'erba sulle aree da impiantare e sulle aree rivestite con zolle da prato. L'operazione dovrà essere ripetuta ogni qualvolta l'erba stessa dovesse raggiungere un'altezza di 35 cm. Dopo eseguito l'impianto, e fino al collaudo definitivo delle opere, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare tutte le cure colturali che di volta in volta si renderanno necessarie, come innaffiamenti (anche con trasporto di acqua), sostituzione di fallanze, potature, diserbi, sarchiature, concimazioni in copertura, sfalci, trattamenti antiparassitari, ecc., nel numero e con le modalità richiesti per ottenere le scarpate completamente rivestite dal manto vegetale.

### 70.2.8. Pulizia del piano viabile

Al termine di ogni operazione di impianto o manutentoria, il piano viabile dovrà risultare assolutamente sgombro da rifiuti, erbe, terra, ecc. Occorrendo si darà luogo pertanto a scopature, spazzolature e lavaggi, specie con particolare riguardo per la segnaletica orizzontale.

## ***Art. 31 - SEGNALETICA STRADALE***

### 71.0. GENERALITÀ

Tutta la segnaletica stradale dovrà essere realizzata nel pieno rispetto del Regolamento di esecuzione del "Codice della Strada" ed inoltre delle norme particolari diffuse con il decreto ministeriale riportato al punto 58.5. del presente Capitolato. La Direzione Lavori potrà peraltro richiedere all'Appaltatore la redazione di un preventivo progetto grafico il quale, nei casi specificatamente previsti dalle norme (autostrade, strade di grande traffico), dovrà essere sottoposto all'esame ed all'approvazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti. I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione. Il progetto dei vari segnali dovrà pertanto essere condotto sul piano della perfetta similitudine ovvero, praticamente, per ingrandimento o trasporto fotografico dei disegni ufficiali. L'Appaltatore dovrà garantire per la durata di almeno 6 mesi dalla data del collaudo la buona conservazione della segnaletica verticale, tanto contro



## Studio Associato Barbieri

i difetti di costruzione quanto contro quelli di ogni singolo materiale costituente il segnale. Pertanto resteranno a suo carico la sostituzione ed il ripristino di tutti quei cartelli che abbiano ad alterarsi o deformarsi per cause naturali (temperatura, vento, acqua, ecc.), senza onere alcuno da parte dell'Amministrazione e dietro semplice richiesta scritta.



Studio Associato Barbieri

## 71.1. SEGNALETICA VERTICALE



## Studio Associato Barbieri

Sarà costituita da cartelli triangolari di *pericolo* (lato 90 o 120 cm), da cartelli circolari di *prescrizione* (divieto ed obbligo, lato 60 o 90 cm) e da cartelli rettangolari o quadrati di *indicazione*. I cartelli saranno realizzati in lamiera di acciaio o in lamiera di alluminio (semicrudo, puro al 99 %) secondo prescrizione; nel primo caso avranno spessore non inferiore a 10/10 di mm (12/10 nel caso di dimensione minima libera superiore a 1,20 m), nel secondo caso avranno spessore non inferiore a 25/10 di mm (30/10 nel caso corrispondente). Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola oppure, secondo le dimensioni del cartello, mediante opportuni profilati saldati posteriormente. Qualora le dimensioni dei segnali dovessero superare la superficie di 1,25 m<sup>2</sup>, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali. Qualora poi i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari, in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati. La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata, quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione; la lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura, sgrassata a fondo, quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione su tutte le superfici. Il materiale grezzo dopo aver subito detti processi di preparazione dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti. Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà finito in colore grigio neutro. La pellicola retroriflettente, avente le caratteristiche di cui al punto 58.6. del presente Capitolato, dovrà costituire, nel caso della segnaletica di pericolo e di prescrizione, un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico"; nel caso invece della segnaletica di indicazione, la pellicola potrà venire applicata a più strati in sovrapposizione, ma comunque tutta la superficie dovrà essere riflettorizzata (sia per ciò che concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli e le iscrizioni). In ogni caso quando i segnali di indicazione, e in particolare le frecce di direzione, fossero di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico l'attrezzatura per la stampa, essi potranno venire richiesti nel tipo "a pezzo unico". Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata della depressione e del calore e comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole. Queste ultime potranno essere richieste anche nel tipo "ad alta risposta luminosa". Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere forniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari Ø 48 o 60 o Ø 90) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 12 cm saldate al segnale, da controstaffe in acciaio zincato di spessore non inferiore a 3 mm nonché da bulloni zincati e relativi dadi. I sostegni saranno trattati previa fosfatizzazione del grezzo, con vernici di fondo antiruggine e strato di finitura termoindurente di colore grigio neutro. La posa dei sostegni sulle banchine dovrà essere effettuata annegando il piede degli stessi in blocchi di calcestruzzo a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento, blocchi le cui dimensioni dovranno essere proporzionate agli sforzi da sopportare in rapporto alle dimensioni dei pannelli segnaletici e che comunque non dovranno essere mai inferiori a 30 x 30 x 60 cm. L'altezza di



Studio Associato Barbieri

posa dei segnali dovrà essere compresa tra 1,60 ÷ 2,00 m, misurati tra il bordo inferiore dei cartelli ed il piano stradale; ove comunque speciali motivi di visibilità non dovessero consigliare altrimenti, tale altezza dovrà essere di 1,80 m.

## 71.2. SEGNALETICA ORIZZONTALE

Dovrà essere eseguita preferibilmente con compressori a spruzzo, nella misura di 1,00 kg di vernice per ogni 1,20 m<sup>2</sup> di superficie. La segnaletica dovrà presentare densità superficiale uniforme, sagome a bordi netti e senza sbavature, andamento geometrico perfettamente regolare. Il prezzo della posa comprenderà, oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale, il personale ed i dispositivi di protezione e di segnalazione necessari per l'esecuzione dei lavori, anche in presenza di traffico, ed ogni onere relativo alla eventuale deviazione o regolazione dello stesso.

### *Art. 32 - LAVORI DI VERNICIATURA*

## 72.0. GENERALITÀ

### 72.0.1. Materiali – Terminologia – Preparazione delle superfici

I materiali da impiegare per l'esecuzione dei lavori in argomento dovranno corrispondere alle caratteristiche riportate all'art. 50 del presente Capitolato ed a quanto più in particolare potrà specificare l'Elenco Prezzi o prescrivere la Direzione Lavori. Per la terminologia si farà riferimento al "Glossario delle Vernici" di cui al Manuale Unichim 26. Resta comunque inteso che con il termine di "verniciatura" si dovrà intendere il trattamento sia con vernici vere e proprie che con pitture e smalti. Qualunque operazione di tinteggiatura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accurata preparazione delle superfici e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, levigature e lisciate con le modalità ed i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. In particolare dovrà curarsi che le superfici si presentino perfettamente pulite e pertanto esenti da macchie di sostanze grasse ed untuose, da ossidazione, ruggine, scorie, calamina, ecc.; speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici trasparenti.

### 72.0.2. Colori – Campionatura – Mani di verniciatura

La scelta dei colori è demandata al criterio insindacabile della Direzione Lavori. L'Appaltatore avrà l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, ed ancor prima di iniziare i lavori, i campioni delle varie finiture, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere



## Studio Associato Barbieri

l'approvazione della stessa Direzione. Le successive passate (mani) di pitture, vernici e smalti dovranno essere di tonalità diverse in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllarne il numero. Lo spessore delle varie mani dovrà risultare conforme a quanto particolarmente prescritto; tale spessore verrà attentamente controllato dalla Direzione Lavori con idonei strumenti e ciò sia nello strato umido che in quello secco. I controlli, ed i relativi risultati, verranno verbalizzati in contraddittorio. Le successive mani di pitture, vernici e smalti dovranno essere applicate, ove non sia prescritto un maggiore intervallo, a distanza non inferiore a 24 ore e sempreché la mano precedente risulti perfettamente essiccata. Qualora per motivi di ordine diverso e comunque in linea eccezionale l'intervallo dovesse prolungarsi oltre i tempi previsti, si dovrà procedere, prima di riprendere il trattamento di verniciatura, ad una accurata pulizia delle superfici interessate.

### 72.0.3. Preparazione dei prodotti

La miscelazione dei prodotti monocomponenti con i diluenti e dei bicomponenti con l'indurente ed il relativo diluente dovrà avvenire nei rapporti indicati dalla scheda tecnica del fornitore della pittura. Per i prodotti a due componenti sarà necessario controllare che l'impiego della miscela avvenga nei limiti di tempo previsti alla voce "pot-life".

### 72.0.4. Umidità e alcalinità delle superfici

Le opere ed i manufatti da sottoporre a trattamento di verniciatura dovranno essere asciutti sia in superficie che in profondità; il tenore di umidità, in ambiente al 65% di U.R., non dovrà superare il 3% o il 2%, rispettivamente per l'intonaco di calce o di cemento (o calcestruzzo); per il legno il 15% (riferito a legno secco). Dovrà accertarsi ancora che il grado di alcalinità residua dei supporti sia a bassissima percentuale), viceversa si dovrà ricorrere all'uso di idonei prodotti onde rendere neutri i supporti stessi o a prodotti vernicianti particolarmente resistenti agli alcali.

### 72.0.5. Protezioni e precauzioni

Le operazioni di verniciatura non dovranno venire eseguite, di norma, con temperature inferiori a 5 °C o con U.R. superiore all'85% (per pitture monocomponenti, a filmazione fisica) e con temperature inferiori a 10 °C ed U.R. superiore all'80% (per pitture bicomponenti, a filmazione chimica). La temperatura ambiente non dovrà in ogni caso superare i 40 °C, mentre la temperatura delle superfici dovrà sempre essere compresa fra 5 e 50 °C. L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide; in esterno pertanto, salvo l'adozione di particolari ripari, le stesse operazioni saranno sospese con tempo piovoso, nebbioso o in presenza di vento. In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino a completo essiccamento in profondità, dalle correnti d'aria, dalla polvere, dall'acqua, dal sole e da ogni altra causa che possa costituire origine di danni o di degradazioni in genere.





## Studio Associato Barbieri

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi, sbavature e macchie di pitture, vernici, ecc. sulle opere già eseguite, restando a carico dello stesso ogni lavoro e provvedimento necessario per l'eliminazione degli imbrattamenti, dei degradamenti, nonché degli eventuali danni apportati.

### 72.0.6. Obblighi e responsabilità dell'Appaltatore

La Direzione Lavori avrà la facoltà di modificare, in qualsiasi momento, le modalità esecutive delle varie lavorazioni; in questo caso il prezzo del lavoro subirà unicamente le variazioni corrispondenti alle modifiche introdotte, con esclusione di qualsiasi extracompenso. La stessa Direzione avrà altresì la facoltà di ordinare, a cura e spese dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, sia per non idonea preparazione delle superfici, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore. Questo dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

### 72.0.7. Disposizioni legislative

Nei lavori di verniciatura dovranno essere osservate le disposizioni antinfortunistiche di cui alle Leggi 19 luglio 1961, n. 706, e 5 marzo 1963, n. 245.

## 72.1. SUPPORTI DI INTONACO E CALCESTRUZZO – TINTEGGIATURE E PITTURAZIONI

### 72.1.0. Preparazione delle superfici

Le superfici da sottoporre a trattamenti di tinteggiatura e pitturazione, fermo restando quanto prescritto al punto 89.0.3., dovranno essere ultimate da non meno di 2 mesi; eventuali alcalinità residue potranno essere trattate con opportune soluzioni acide neutralizzanti date a pennello e successive spazzolature a distanza non inferiore a 24 ore. Le superfici dovranno essere portate a perfetto grado di uniformità e regolarità.

#### 72.1.1. Tinteggiatura a base di silicati

La pittura a base di silicati sarà composta da silicati di potassio o di sodio liquidi, diluiti con acqua nel rapporto di 1:2 e da colori minerali in polvere ed ossido di zinco, premiscelati ed impastati con acqua nelle tonalità di tinta richieste; il tutto setacciato allo staccio 0,355 UNI 2331. Le pareti da tinteggiare dovranno presentare umidità non superiore al 14%. Le pareti intonacate con malta di calce saranno preventivamente trattate con una soluzione di acqua,



## Studio Associato Barbieri

latte (non acido) e grassello di calce nel rapporto, in peso, di 2:7:1. Le superfici cementizie saranno lavate con una soluzione al 5% di acido cloridrico in acqua, quelle in muratura con pari soluzione di acido solforico. Le mani di tinta dovranno essere applicate con pennelli frequentemente lavati, non prima di 24 ore dai trattamenti preliminari; le mani saranno due o anche più, secondo quanto necessario in rapporto all'assorbimento dell'intonaco.

### 72.1.2. Tinteggiatura con pittura cementizia

Sarà applicata di norma almeno a tre mani, date sempre a pennello, delle quali la prima, molto diluita, anche di solo cemento bianco. Durante l'applicazione, e successivamente in fase di asciugamento, dovrà curarsi che le superfici siano protette dal sole nonché da una eccessiva ventilazione.

### 72.1.3. Tinteggiatura con idropitture

Sia su intonaco nuovo che su vecchio la tinteggiatura sarà di norma preceduta, se non diversamente prescritto, da una mano di imprimitura data a pennello e costituita, in genere, dalla stessa resina legante in emulsione con la quale è formulata l'idropittura. Il prodotto dovrà ben penetrare nella superficie di applicazione allo scopo di uniformare gli assorbimenti e fornire inoltre un valido ancoraggio alle mani successive. L'idropittura, nei colori prescelti dalla Direzione, verrà data in almeno due mani; lo spessore dello strato secco, per ogni mano, dovrà risultare non inferiore a 40 micron. Su superfici estremamente porose, ed in generale per le superfici più esposte al sole, saranno date non meno di tre mani. Sarà vietato adoperare per applicazioni esterne idropitture formulate per usi interni. Per tinteggiature di calcestruzzi a vista (se ammesse), manufatti di cemento ed intonaci cementizi dovranno sempre adoperarsi idropitture per esterni.

### 72.1.4. Verniciatura con pitture a base di elastomeri o di resine plastiche

Sarà di norma effettuata con non meno di tre mani delle quali la prima, di imprimitura, con trasparenti resino-compatibili o a corrispondente base elastomerica o di resina plastica dati a pennello e le altre due con le pitture prescritte e nei colori richiesti, date a pennello o a rullo, secondo disposizione e con spessori di strato mai inferiori a 40 micron. La verniciatura sarà effettuata su superfici adeguatamente preparate, rispettando i cicli di applicazione e le particolari prescrizioni delle Ditte produttrici nonché le disposizioni che nel merito anche in variante potrà impartire la Direzione Lavori.



## 72.2. SUPPORTI IN CALCESTRUZZO – PITTURAZIONE ANTICORROSIVA

### 72.2.1. Generalità – Preparazione delle superfici

Tutte le superfici in calcestruzzo o cementizie in genere, particolarmente esposte ad atmosfere aggressive (industriali o marine), o direttamente a contatto con liquidi e sostanze chimicamente attive, o esposte ad attacco di microrganismi, dovranno essere protette con rivestimenti adeguati. L'applicazione sarà fatta a non meno di 60 giorni dall'ultimazione dei getti; le superfici dovranno essere pulite, asciutte e libere da rivestimenti precedentemente applicati, incrostazioni di sali e materiale incoerente. Ove fossero stati impiegati agenti disarmanti, indurenti o altri additivi del cemento, si dovranno stabilire di volta in volta le operazioni necessarie, atte a neutralizzare gli effetti superficiali. Tutte le imperfezioni del calcestruzzo, protuberanze e vuoti in particolare dovranno essere eliminate al fine di ottenere una superficie priva di porosità; i punti in rilievo saranno eliminati mediante discatura mentre, i vuoti, con malte e boiacche cementizie applicate subito dopo il disarmo. L'applicazione dei rivestimenti protettivi sarà comunque preceduta da una accurata pulizia ed irruvidimento delle superfici, operazioni che potranno essere effettuate con attrezzi manuali (spazzole metalliche e successivo sgrassaggio con solventi) o con sabbiatura meccanica.

### 72.2.2. Cicli di verniciatura protettiva

Qualora non espressamente previsti saranno effettuati, in rapporto ai vari tipi di opere e manufatti e secondo prescrizione, sulla base delle indicazioni e degli spessori sinteticamente riportati nella seguente tabella:

**TAB. 87 - Protezione di opere e manufatti in conglomerato cementizio. Cicli indicativi di verniciature**

TIPO DI OPERE	Ciclo o Sistema	Primer o fondo		Finitura			
				1° mano		2° mano	
	N.	Tipo	µm	Tipo	µm	Tipo	µm
Opere in ambiente marino Ponti e viadotti - Capannoni Serbatoi d'acqua (superfici esterne)	1	Epossidico A.S.	5	Epossidica A.S.	180	Epossidica A.S.	180
	2	Vinilico A.S.	5	Vinilica A.S.	100	Vinilica A.S.	100
Opere e condotti fognanti Superfici interne - Opere marittime (superfici in bagnasciuga)	3	Epossicatrame A.S.	150	Epossicatrame A.S.	150	Epossicatrame A.S.	150

## 72.3. SUPPORTI IN ACCIAIO – VERNICIATURE E PROTEZIONI

### 72.3.1. Preparazione del supporto

Prima di ogni trattamento di verniciatura o di protezione in genere, l'acciaio dovrà essere sempre adeguatamente preparato; dovranno essere eliminate cioè tutte le tracce di grasso o di unto dalle superfici, gli ossidi di laminazione ("calamina" o "scaglie di laminazione") e le scaglie o macchie di ruggine. La preparazione delle superfici potrà venire ordinata in una delle modalità previste dalle norme SSPC (Steel Structures Painting Council), con riferimento agli



## Studio Associato Barbieri

standard fotografici dello stato iniziale e finale elaborati dal Comitato Svedese della Corrosione e noti come "Svensk~ Standard SIS". Le corrispondenze tra le specifiche SSPC e gli standard fotografici svedesi saranno stabilite sulla base della seguente tabella:

**TAB. 88 - Preparazione superficiale dell'acciaio per trattamenti di Verniciatura. Corrispondenza tra specifiche SSPC e Svensk Standard SIS**

SPECIFICA SSPC	DESCRIZIONE	STANDARD FOTOG. SVEDESI
SP 1	Sgrassaggio	nessuna corrispondenza
SP 2	Pulizia con attrezzi manuali	B St 2, C St 2, D St 2
SP 3	Pulizia con attrezzi meccanici	B St 3, C St 3, D St 3
SP 8	Decappaggio	nessuna corrispondenza
SP 7	Sabbatura di spazzolatura	B Sa 1, C Sa 1, D Sa 1
SP 6	Sabbatura commerciale	B Sa 2, C Sa 2, D Sa 2
SP 10	Sabbatura quasi bianco	A - B - C - D Sa 2 - 1/2
SP 5	Sabbatura a bianco	A - B - C - D Sa 3

### 75.3.2. Carpenterie e manufatti diversi – Cicli di verniciatura

In mancanza di specifica previsione, la scelta dei rivestimenti di verniciatura e protettivi dovrà essere effettuata in base alle caratteristiche meccaniche, estetiche e di resistenza degli stessi, in relazione alle condizioni ambientali e di uso dei manufatti da trattare. La Tab. 41 riportata al punto 50.2.3. del presente Capitolato e la seguente Tab. 89 stabiliscono a tale scopo orientativamente le caratteristiche dei principali rivestimenti decorativi e protettivi, gli spessori di applicazione e le modalità di preparazione del supporto.

**TAB. 89 - Comparazione indicativa dei rivestimenti protettivi. Spessori e preparazione delle superfici**

RIVESTIMENTO PROTETTIVO (ciclo omogeneo)	Al clorocaucciù	Vinilico	All'olio	Alchidico	Epossidico bicomponente a solvente	Poliuretano bicomponente	Epossicatrame	Epossidico senza solventi	Al catrame	Al bitume
Spessore minimo in micron	100	100	120	120	120	120	300	300	400	400
Preparazione della superficie	SP 6	SP 10	SP 3	SP 6		SP 10	SP 6	SP 10	SP 3	
Agenti aggressivi										
Agenti atmosferici	O	O	O	O	O	O	O	O	O <sup>(°)</sup>	O <sup>(°)</sup>
Industriale normale	O	O	B	O	O	O	O	O	B <sup>(°)</sup>	B
Industriale pesante	B	O	S	M	O	O	B	O	M <sup>(°)</sup>	M
Marina	O	O	B	O	O	O	O	O	B <sup>(°)</sup>	B <sup>(°)</sup>
Ad elevata umidità (°°)	O	O	S	M	O	B	O	O	B	B
Acqua dolce	O	O	NR	NR	B	B	O	O	B	B
Acqua di mare	O	O	NR	NR	B	B	O	O	B	B
Soluzioni acide	B	B	NR	NR	B	B	B	B	S	S
Soluzioni alcaline	B	B	NR	NR	B	M	B	O	B	B
Soluzioni saline	B	O	NR	NR	O	O	O	O	S	M
Terreno	NR	NR	NR	NR	NR	NR	B	B	M	S

O = ottimo; B = buono; M = medio; S = scarso; NR = non raccomandato

(°) Richiede uno strato finale di emulsione al catrame o al bitume (°°) Umidità relativa oltre l'85%.

Con riguardo al ciclo di verniciatura protettiva, questo, nella forma più generale e ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di vararne le modalità esecutive o i componenti, sarà effettuato come di seguito:

#### A) - Prima dell'inoltro dei manufatti in cantiere

- preparazione delle superfici mediante sabbatura di grado non inferiore a SP 6 (sabbatura commerciale). Solo in casi particolari e previa autorizzazione della Direzione, la sabbatura potrà essere sostituita dalla pulizia meccanica (brossatura) SP 3 o da quella manuale SP 2 (per limitate superfici);



## Studio Associato Barbieri

- eventuale sgrassatura e lavaggio, se necessari;
- prima mano di antiruggine ad olio (o oleosintetica) al minio di piombo o al cromato di piombo o di zinco, nei tipi di cui al punto 50.2.3. del presente Capitolato e di pittura anticorrosiva. La scelta del veicolo più idoneo dovrà tenere conto delle condizioni ambientali e d'uso dei manufatti da proteggere; in particolare si prescriverà l'impiego di "primer" in veicoli epossidici, al clorocaucciù o vinilici in presenza di aggressivi chimici, atmosfere industriali o in ambienti marini.

### *B) - Dopo il montaggio in opera:*

- pulizia totale di tutte le superfici con asportazione completa delle impurità e delle pitturazioni eventualmente degradate;
- ritocco delle zone eventualmente scoperte dalle operazioni di pulizia o di trasporto;
- seconda mano di antiruggine o di pittura anticorrosiva dello stesso tipo della precedente, ma di diversa tonalità di colore, data non prima di 24 ore dai ritocchi effettuati;
- due mani almeno di pittura (oleosintetica, sintetica, speciale) o di smalto sintetico, nei tipi, negli spessori e nei colori prescritti, date, con intervalli di tempo mai inferiori a 24 ore e con sfumature di tono leggermente diverse (ma sempre nella stessa tinta), sì che possa distinguersi una mano dall'altra.

In presenza di condizioni ambientali o d'uso particolarmente sfavorevoli, o per particolari manufatti o semplicemente in linea alternativa, potranno venire richiesti cicli speciali o diversi di verniciatura, come indicativamente riportati nella Tabella 93.

### 72.3.4. Sistemi eterogenei – Prescrizioni particolari

- a) - Fondi antiruggine* (a base di olio, clorocaucciù, alchidica, fenolica, epossidica, vinilica): saranno applicati su superfici preparate come alla Tab. 91 con le indicazioni selettive di cui alla Tab. 92.
- b) - Zincanti a freddo:* potranno essere impiegati come "primer" per cicli eterogenei o come rivestimenti a se stanti. Lo spessore degli strati varierà da 35 a 60 micron nel caso di zincanti organici, da 70 a 90 micron nel caso di zincanti inorganici e da 100 a 130 micron ove non fossero previsti strati di finitura.
- c) - Pitture intermedie e di finitura:* saranno impiegate secondo le particolari prescrizioni della Direzione tenendo conto delle istruzioni di uso e delle compatibilità indicate dal fabbricante. Per i vari cicli la preparazione delle superfici e gli spessori degli strati, in rapporto alla composizione, saranno conformi alle prescrizioni delle Tabb. 90 e 91.



## Studio Associato Barbieri

**TAB. 92 - Manufatti in acciaio. Pitture di fondo in rapporto ai tipi di esposizione - Tipi indicati**

CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE		Codice dei tipi (v. Tab. 94)
A	Atmosfera rurale (solo agenti atmosferici)	F1 - F2 - F4 - F5 - F6 - F9 - F10 - F11 - F12 F20 - F21 - F23
B	Atmosfera marina	
C	Atmosfera marina (sovrastrutture impianti flottanti)	F4 - F5 - F9 - F10 - F11 - F12 - F20 - F21 - F23
D	Atmosfera industriale normale	Come in A-B escluso F1
E	Atmosfera industriale molto aggressiva	F10 - F11 - F12 - F21 - F23
F	Ambienti a permanente elevata umidità	F5 - F10 - F11 - F12 - F20 - F21 - F23
G	Immersione in acqua dolce (continua o meno)	F11 - F21 - F23
H	Immersione continua in acqua di mare	F5 - F10 - F11 - F12 - F21 - F23

**TAB. 93 - Superfici esposte all'atmosfera rurale (A) e marina (B-C). Cicli di pitturazione indicativi e spessori minimi**

Preparazione della superficie		TIPO DI PITTURA			Spessore totale minimo (micron)
		Fondo	Copertura	Finitura	
A	SP3 SP3/SP6 (calamina)	olio di lino oleofenolico	oleoalchidica alch./clorocaucciù	oleoalchidica alch./clorocaucciù	120
B	SP6 SP3/SP6 (calamina) SP6	zincante organico fenolico epossipoliamidico	clorocaucciù oleofenolico epossivinilica	clorocaucciù oleofenolico vinilica	120
C	SP6	zincante organico	clorocaucciù	clorocaucciù	120
	SP3/SP6 (calamina)	fenolico	oleofenolico	oleofenolico	130
	SP6	epossipoliamidico	epossivinilica	vinilica	120
	SP6	epossipoliamidico	poliuretanica bicomponente	poliuretanica b.	120
	SP10	zincante inorganico	epossidica	poliuretanica b.	150

**TAB. 94 - Superfici esposte all'immersione saltuaria o continua in acqua dolce (G), in acqua di mare (H) o destinate all'interramento (I)**

Preparazione della superficie		TIPO DI PITTURA			Spessore totale minimo (micron)
		Fondo	Copertura	Finitura	
G	SP6 SP10	zincante organico zincante organico	catramosa epossicatrame	catramosa epossicatrame	600 350
H	SP6 SP10 SP5	zincante organico zincante org. bicompon. epossicatrame	catramosa epossicatrame epossicatrame	— epossivinilica epossivinilica	600 300 350
I	SP3/SP6 (calamina) SP10	fenolico zincante organico	bituminosa epossicatrame	bituminosa epossicatrame	600 280

## 72.4. SUPPORTI IN ACCIAIO ZINCATO

### 72.4.0. Condizioni di essenzialità

Qualunque manufatto in acciaio zincato, con grado di zincatura non superiore a "Z 275", dovrà essere sottoposto a trattamento di protezione anticorrosiva mediante idonea verniciatura.

### 72.4.1. Pretrattamento delle superfici zincate

Le superfici di acciaio zincato, da sottoporre a cicli di verniciatura, dovranno essere innanzitutto sgrassate (se nuove) mediante idonei solventi o anche spazzolate e carteggiate (se esposte da lungo tempo); quindi lavate energicamente e sottoposte a particolari pretrattamenti oppure all'applicazione di pitture non reattive nei riguardi dello zinco. I sistemi di pretrattamento più idonei per ottenere una adeguata preparazione delle superfici zincate saranno realizzati in uno dei modi seguenti:

a) - *Fosfatizzazione a caldo*: sarà eseguita in stabilimento e consisterà nella deposizione di uno



## Studio Associato Barbieri

strato di fosfato di zinco seguita da un trattamento passivante con acido cromico e successivo lavaggio neutralizzante a freddo.

b) - *Applicazione di "wash primer"*: si effettuerà trattando la superficie zincata con prodotti formulati a base di resine polivinilbutirraliche, resine fenoliche, e tetraossicromato di zinco ed acido fosforico quale catalizzatore. Lo spessore del wash primer, a pellicola asciutta, dovrà risultare non inferiore a 5 micron.

### 72.4.2. Fondi che non richiedono pretrattamento

Saranno costituiti di norma da antiruggini epossidiche ad alto spessore (A.S.) bicomponenti (con indurente poliammidico) o da fondi poliuretanici bicomponenti (o monocomponenti) a base di dispersioni fenoliche. Tali strati saranno dati, se non diversamente prescritto, in una sola mano, a spruzzo o a pennello, con spessore reso non inferiore ad 80 micron.

### 72.4.3. Pigmenti

Risulta tassativamente vietato impiegare pitture con pigmenti catodici rispetto allo zinco (ad esempio minio e cromato di piombo).

**TAB. 95 - Verniciatura dell'acciaio zincato. Ricopribilità degli strati di fondo (o delle superfici pretrattate) con finiture di natura diversa**

TIPO DI FONDO O DI PRETRATTAMENTO	FINITURE							
	Alchidiche	Alchidocviniliche	Epossiviniliche	Viniliche	Epossiamminamidiche	Poliuretaniche	Clorocaucciù	Oleofenoliche
<i>Fondi che non richiedono il pretrattamento</i> - Dispersione fenolica - Epossipoliammidico - Poliuretanico bicomponente	•	• •	• •	• •	•	• •	•	•
<i>Pretrattamenti della superficie:</i> - Fosfatizzazione a caldo - Wash primer	• •	• •	• •	• •	• •	• •	•	• •

### 72.4.4. Cicli di verniciatura

Con riferimento a quanto in precedenza espresso ai punti 93.4.1. e 93.4.2. i manufatti in acciaio zincato dovranno essere sottoposti, se non diversamente disposto, a cicli di verniciatura protettiva effettuati come di seguito:

- sgrassaggio, spazzolatura e successivo lavaggio a caldo delle superfici;
- fosfatizzazione a caldo o applicazione di "wash primer" o ancora applicazione di pitture di fondo che non richiedano pretrattamento;
- doppia mano di antiruggine al cromato di zinco (80 micron in totale) o unica mano di antiruggine vinilica A.S. (70 micron) nel caso di pretrattamenti a "wash primer";
- doppia mano di pittura oleosintetica o di smalto sintetico nei tipi e colori prescritti ed in



## Studio Associato Barbieri

rapporto al tipo dei fondi.

Nella tabella che segue sono riportati anche dei cicli indicativi che per particolari manufatti o in particolari condizioni o semplicemente in linea alternativa, potranno venire eventualmente richiesti:

**TAB. 96 - Protezione di opere e manufatti di acciaio zincato. Cicli indicativi di verniciatura**

TIPO DI OPERE	Ciclo	Pretrattamento		Primer o fondo		Finitura			
						1 <sup>a</sup> mano		2 <sup>a</sup> mano	
		Tipo	µm	Tipo	µm	Tipo	µm	Tipo	µm
Carpenterie varie Ringhiere - Tralicci e pali	1	—	—	Epossidico A.S.	80	Epossidica A.S.	170	Epossidica B.S.	30
Tralicci e pali - Guardarail Pluviali	2	—	—	Epossidico B.S.	30	Poliuretanica	30	Poliuretanica	30
Carpenterie varie Tralicci e pali	3	wash primer	5	Vinilico A.S.	70	Vinilicaica A.S.	100	Vinilica A.S.	100
Carpenterie varie, pluviali (superfici interne) Grigliati	4	—	—	Epossicatrame A.S.	100	Epossicatrame A.S.	100	Epossicatrame A.S.	150

### **Art. 33 - STRATI FILTRO E RIPARTENTI IN FELTRI O TELI GEOTESSILE**

Potranno essere costituiti con feltri “non tessuti” di fibre di resine poliestere o polipropilene o con teli di pari materiale con fibre a filo continuo o intrecciate con sistema di tessitura industriale “a trama ed ordito”, secondo prescrizione, in ogni caso con fibre aventi elevatissime caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e chimiche. I feltri o i teli dovranno risultare imputrescibili e stabili nel tempo, non degradabili sotto l’azione dei liquidi organici, dei sali, degli acidi e degli alcali, insolubili in acqua, dotati di idrofilia e lipofilia, resistenti alla perforazione, alla punzonatura ed alla lacerazione; ancora, dotati di elevatissimo potere filtrante. Più in particolare dovranno soddisfare alle seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra  $10^{-3}$  e  $10^{-1}$  cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza, non inferiore a 600 N/5 cm con allungamento a rottura compreso fra il 10 e l’85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la Direzione Lavori potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5 cm o a 1500 N/5 cm, fermi restando gli altri requisiti.

I teli dovranno essere forniti in rotoli aventi altezza non inferiore a 4,00 m e lunghezza non inferiore a 100,00 m; eventuali deroghe dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori. I tessuti geotessili in materiali naturali o artificiali devono avere caratteristiche di permeabilità idraulica, filtrazione, resistenza alle sollecitazioni meccaniche e all'invecchiamento corrispondenti al previsto scopo di utilizzazione. I geotessili del tipo tessuto non tessuto per l’applicazione in costruzioni stradali dovranno essere conformi alla normativa EN 13249.

Il nontessuto geotessile deve presentare le seguenti caratteristiche:

- del tipo a filo continuo;





## Studio Associato Barbieri

- realizzato al 100% in poliestere, od in alternativa, in polipropilene stabilizzato contro i raggi UV;
- agugliato meccanicamente.

La denominazione del tipo e il numero di lotto devono essere stampati su ogni rotolo ripetendosi in maniera equidistanziata in conformità alla EN ISO 10320.

Requisiti meccanici ed idraulici

- resistenza a trazione longitudinale, EN ISO 10319 (kN/m) 19,0
- resistenza a trazione trasversale, EN ISO 10319 (kN/m) 19,0
- allungamento a rottura (longitudinale/trasversale), EN ISO 10319 (%) > 35
- resistenza al punzonamento, CBR EN ISO 12236 (N) 2900
- prova di caduta conica (diametro massimo foro), EN 918 (mm) 20
- apertura efficace dei pori O90, EN 12956 (µm) 95
- permeabilità verticale rispetto al piano senza carico, EN ISO 11058 (l/m<sup>2</sup> s) 72
- permeabilità all'acqua nel piano con 20 kPa, EN 12958 (l/m h) 12,6
- resistenza all'invecchiamento (diminuzione carico rottura), ENV 12224 (%) < 50
- resistenza chimica (diminuzione carico di rottura) ENV 13438 (%) < 20

I valori riportati si intendono quali valori medi. Sono ammissibili variazioni fino al 10% dei parametri meccanici e fino al 20% dei parametri idraulici. Il fornitore deve provare che da parte del produttore viene applicato un sistema di garanzia della qualità conforme all'ISO 9001. L'Impresa è tenuta inoltre a presentare alla D.L., ai fini dell'accettazione, le schede tecniche e le certificazioni del produttore recanti le caratteristiche del prodotto che intenderà impiegare.

### *Art. 34 – SIGILLATURE*

Dovranno essere effettuate, salvo diversa prescrizione, con materiali aventi i requisiti prescritti al punto 49.2. del presente Capitolato, nelle più adatte formulazioni relative ai diversi campi di impiego (autolivellanti, pastosi a media o alta consistenza, tixotropici, solidi, preformati).

#### 74.1. MODALITÀ DI ESECUZIONE – GENERALITÀ

##### 74.1.1. Preparazione delle superfici – Primers

Le superfici da sigillare dovranno essere assolutamente sane, asciutte e pulite, nonché esenti da polvere, grassi, oli, tracce di ruggine, vernici, ecc. Le malte, i conglomerati e gli intonaci in genere dovranno essere pervenuti a perfetta maturazione, senza conservare quindi alcuna traccia di umidità. La pulizia delle superfici dovrà essere effettuata con idonei prodotti, solventi e/o se necessario con mezzi meccanici (spazzolature, sabbiature), dovendosi evitare in ogni caso l'uso di prodotti chimici oleosi. I sali alcalini potranno essere eliminati con ripetuti lavaggi



mentre le superfici di alluminio dovranno essere sgrassate con alcol metilico; per i metalli in genere potranno venire impiegati solventi organici, come il clorotene o la trielina. Prima dell'applicazione dei materiali sigillanti, sulle superfici dovranno essere dati a pennello degli idonei prodotti impregnanti (primers), nei tipi prescritti dalle Ditte produttrici. I pannelli in legno e le superfici in calcestruzzo o pietra ed in generale i materiali assorbenti, dovranno essere trattati con un doppio strato di "primers". Gli spigoli o margini dei giunti dovranno comunque essere protetti, prima dell'applicazione del sigillante, con strisce di nastro adesivo, da asportare poi ad avvenuta lisciatura del mastice applicato ed in ogni caso prima dell'indurimento.

#### 74.1.2. Materiali di riempimento e di distacco

Al fine di applicare gli spessori prestabiliti di sigillante, per giunti di notevole profondità sarà necessario inserire negli stessi un materiale di riempimento comprimibile, di regola a sezione circolare superiore del 25% a quella del giunto, in modo da creare una base sulla quale il sigillante possa essere estruso. Il materiale elastico di riempimento (poliuretano, polietilene, polistirolo flessibile, ecc.) dovrà essere compatibile con il sigillante impiegato, impermeabile all'acqua ed all'aria ed inoltre essere dotato di proprietà antiadesive in modo da non alterare la deformazione elastica del sigillante; qualora questa ultima proprietà non fosse propria del materiale di riempimento o di supporto, verranno impiegati appositi materiali di distacco, come film di polietilene o altri nastri di pari funzione, in modo da impedire l'aderenza del sigillante al fondo del giunto. I materiali oleosi e quelli impregnati con prodotti asfaltici, bituminosi o plastificanti in genere non dovranno mai essere utilizzati come riempitivi.

#### 74.1.3. Modalità di posa

La posa in opera dei sigillanti dovrà essere effettuata solo dopo perfetto essiccamento dei rispettivi "primers" con le esatte modalità e nei tempi previsti dal produttore. I sigillanti in pasta a media consistenza verranno di norma estrusi con idonee apparecchiature (pistole a cremagliera, ad aria compressa, ecc.) evitando in modo assoluto, nell'operazione, la formazione di bolle d'aria. Nei giunti verticali, il mastice verrà immesso nella sede del giunto con movimento dall'alto verso il basso. A posa avvenuta i materiali sigillanti dovranno essere convenientemente lisciati e quindi idoneamente protetti, specie nelle prime 12 ore, onde evitare che materiali di qualsiasi genere o acqua vengano a contatto con gli stessi.

### 74.2. CAMPI DI IMPIEGO – APPLICAZIONI PARTICOLARI

#### 74.2.1. Sigillanti poliuretanici

Caratterizzati da ottima resistenza all'abrasione, verranno di norma impiegati nella sigillatura di giunti di dilatazione per pavimentazioni stradali e strutture in genere (in calcestruzzo o in



acciaio), previa scrupolosa preparazione delle superfici ed applicazione di appropriati "primers" (silani o siliconi o anche vernici a base di gomma butadiene, acrilonitrile, neoprene, gomma clorurata).

#### 74.2.2. Sigillanti polisolfurici

Avranno campi e modalità di applicazione diversi in rapporto alle diverse formulazioni. Saranno caratterizzati comunque da ottima resistenza ai carburanti e pertanto avranno, tra l'altro, efficace impiego nei giunti di pavimentazioni e rampe e nelle aree di parcheggio aeroportuali.

#### 74.2.3. Sigillanti acrilici

Saranno applicati di norma mediante estrusione, previo riscaldamento della massa a 50 °C. I sigillanti acrilici non dovranno venire impiegati nei giunti continuamente immersi in acqua e, ad applicazione avvenuta, dovranno essere perfettamente lisciati.

#### 74.2.4. Nastri sigillanti

Costituiti fondamentalmente da polibuteni, poliisobutileni e gomma butilica presenteranno, in rapporto agli impieghi, le migliori caratteristiche di comprimibilità, adesione e resistenza all'esposizione ed all'invecchiamento. La posa in opera verrà effettuata dopo perfetta pulizia e sgrassaggio (con solventi) delle superfici di applicazione.

### **PARTE III<sup>^</sup> - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO OPERE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE PAVIMENTAZIONI DIVERSE**

#### **Art. 35 - STRATI DI FONDAZIONE**

#### 75.1. FONDAZIONI IN TERRA STABILIZZATA O MISTO GRANULARE

##### 75.1.1. Costituzione – Caratteristiche dei materiali

Le fondazioni in terra stabilizzata o misto granulare saranno di norma costituite da una miscela di materiali granulari, stabilizzata meccanicamente. L'aggregato potrà essere sostituito da ghiaie, detriti di cava o di frantoio, scorie, materiale reperito in sito (*stabilizzazione non corretta*) oppure da miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere (*stabilizzazione corretta granulometricamente*), e tali comunque da rientrare nella curva

**TAB. 98 - Terra stabilizzata per strati di fondazione.  
Requisiti granulometrici (329)**

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	71	100
"	"	30	70 ÷ 100
"	"	10	30 ÷ 70
"	"	5	25 ÷ 55
Setaccio	2332	2	15 ÷ 40
"	"	0,4	8 ÷ 25
"	"	0,075	2 ÷ 15



## Studio Associato Barbieri

granulometrica di cui alla Tab. 98. L'aggregato inoltre dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:<sup>329</sup>

- a) - Essere privo di elementi di forma appiattita, allungata o lenticolare.
- b) - Essere costituito, per almeno il 20% in massa, di frantumato a spigoli vivi.
- c) - Avere un rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore o uguale a 2/3.
- d) - Avere una resistenza alla frammentazione, determinata con la prova "Los Angeles" (norma UNI EN 1097-2) sulla frazione di granulometria 10 ÷ 14 mm, non superiore al 30% per traffico pesante (categoria LA 30 UNI EN 13242) ed al 40% (categoria LA 40) per traffico medio-leggero.
- e) - Avere un coefficiente di frantumazione sull'aggregato passante al crivello 3/8" e trattamento dallo staccio n. 4 della serie Tyler da 4,7 mm (norme CNR, fasc. 4/1953) non superiore a 200.
- f) - Avere un indice di plasticità (IP) non superiore a 6, un limite liquido (LL) non superiore a 25 (per traffico pesante) ed a 35 (per traffico medio-leggero, un limite di plasticità (LP) rispettivamente non inferiore a 19 e 29 ed un limite di ritiro (LR) superiore all'umidità ottima di costipamento (indice e limiti determinati sulla frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332).
- g) - Avere un indice di portanza C.B.R. (norma ASTM D 1883-61 T o CNR-UNI 10009) dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, non minore di 50. (La prova dovrà essere eseguita sulla frazione passante al crivello 25 UNI 2334. È peraltro prescritto che tale condizione dovrà essere verificata per un intervallo di umidità di costipamento non inferiore al 4%).

Ove le miscele contengano oltre il 60% in massa di elementi frantumato a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate in a), b), d), e). L'Appaltatore indicherà pertanto alla Direzione Lavori i materiali che ritiene più idonei al previsto impiego sia per i componenti che per la granulometria, e li sottoporrà a tutte le prove di laboratorio richieste, a propria cura e spese. Avuto l'esito delle prove, la Direzione autorizzerà o meno l'impiego di tali materiali o ne disporrà le opportune correzioni.

TAB. 99 - Strati di fondazione. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di misto e di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE			SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO (330)			
							PP	P	M	L
FRAZIONE > 4 mm	TIPO 1 (***)	Coeff. Los Angeles Dimens. max. Sens. al gelo (*)	LA Dmax. G	CNR 34/73 CNR 23/71 CNR 80/80	%	≤	30	30	40	40
							63	63	63	63
							30	30	30	30
FRAZIONE ≤ 4 mm	TIPO 2 (****)	Coeff. Los Angeles Dimens. max. Sens. al gelo (*)	LA Dmax. G	CNR 34/73 CNR 23/71 CNR 80/80	mm	≤	(**)	(**)	50	50
							63	63	63	63
							(**)	(**)	30	30
FRAZIONE ≤ 4 mm		Ind. Plasticità Limite Liquido Equiv. in Sabbia Passante al setaccio 0,075 mm	IP WL o LL ES -	CNR-UNI 10014 CNR-UNI 10014 CNR 27/72 CNR 75/80	%	≤	NP	NP	NP	6
							25	25	35	35
							40	40	40	40
							6	6	6	6

\* In zone considerate soggette a gelo \*\* Di norma non idoneo, salvo studio particolare \*\*\* Misti in cui l'aggregato grosso e medio è costituito da elementi duri e tenaci \*\*\*\* Misti costituiti da elementi teneri e frantumabili per costipamento



### 75.1.2. Modalità di esecuzione

Preventivamente alla stesa dei materiali il piano di posa delle fondazioni (sottofondo) dovrà essere opportunamente preparato, e questo sia in rapporto alle quote ed alle sagome prescritte, sia in rapporto ai requisiti di portanza (che saranno assicurati con le modalità prescritte all'art. 65). Si richiama la norma, comunque, che la densità dello strato di sottofondo preparato, di spessore non inferiore a 30 cm, dovrà essere spinta fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco di non meno del 95% del massimo ottenuto in laboratorio con la prova AASHO modificata. Sulla superficie così preparata verrà steso il materiale, in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, uniformemente miscelato con idonee attrezzature. Ove necessitasse l'aggiunta di acqua, per il raggiungimento dell'umidità prescritta o per compensare la naturale evaporizzazione, l'operazione sarà effettuata mediante appositi dispositivi spruzzatori. Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni ambientali (umidità, pioggia, neve, gelo) non fossero tali da produrre danni o detrimenti alla qualità dello strato stabilizzato. Per temperature inferiori a 3 °C la costruzione verrà sospesa. Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato (rulli a piede di montone, carrelli pigiatori gommati, rulli vibratorii, rulli compressori) e comunque approvata dalla Direzione Lavori. Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al  $95 \div 100\%$  della densità massima ottenuta con la prova AASHO modificata. Inoltre dovrà ottenersi che il valore del modulo di compressione " $M_e$ " misurato su piastra di 30 cm con il metodo di cui al punto 62.1.1. (nell'intervallo compreso fra 0,25 e 0,35 N/mm<sup>2</sup>), non risulti inferiore a 80 N/mm<sup>2</sup>). La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto; dovrà risultare liscia, regolare, esente da buche ed al controllo con regolo da m 4,50, in due direzioni ortogonali, non dovrà presentare spostamenti dalla sagoma eccedenti la misura di 1 cm. Sullo strato di fondazione, a compattazione effettuata, sarà buona norma procedere con immediatezza all'esecuzione della pavimentazione. Se ciò non sarà possibile, si dovrà provvedere alla protezione della superficie con una mano di emulsione bituminosa saturata con graniglia. Resta in ogni caso stabilito che l'accettazione da parte della Direzione Lavori dei materiali, delle miscele e delle modalità di impiego non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità della perfetta riuscita della pavimentazione, restando eventualmente a suo esclusivo carico ogni intervento necessario per modifiche e correzioni e, dovesse occorrere, per il completo rifacimento della fondazione.



## *Art. 36 - STRATI DI BASE*

### 76.1. STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO

#### 76.1.1. Generalità

La massicciata di pietrisco, tanto se debba svolgere la funzione di diretta pavimentazione, quanto se debba servire a sostegno di ulteriori strati con trattamenti protetti, sarà di norma eseguita con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima nel precedente art. 42 o dimensioni convenientemente assortite, secondo quanto disposto dalla Direzione Lavori o specificato nell'Elenco Prezzi. Il pietrisco sarà ottenuto con spezzettatura a mano o meccanica, curando in questo caso di adoperare tipi di frantoi che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza in modo che i singoli pezzi di pietrisco risultino sani, esenti da frattura, e di forma non allungata od appiattita. La Direzione si riserva comunque la facoltà di fare allontanare dalla sede stradale, a tutte spese e rischio dell'Appaltatore, il materiale di qualità scadente come pure tutti gli altri materiali e prodotti che saranno ritenuti non idonei. Il pietrisco, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche sui bordi della strada o in adatte località adiacenti, ai fini della misurazione, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale il profilo indicato in progetto o diversamente specificato nel presente Capitolato.

#### 76.1.2. Cilindratura

La cilindratura delle massicciate si eseguirà di norma, salvo diversa prescrizione, con rullo compressore a motore del peso non minore di 14 tonnellate. Il rullo, nella sua marcia di funzionamento, manterrà una velocità oraria uniforme e di valore non superiore a 2,5 km/h. Il lavoro di compressione, o cilindratura, dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale. Il rullo dovrà essere condotto in modo che, nel cilindrare una nuova zona, ripassi sopra una striscia di almeno 20 cm di larghezza della zona precedente e che, nel cilindrare la prima zona marginale, venga a comprimere anche una zona di banchina di pari larghezza. Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o di ghiaia di spessore superiore a 15 cm, misurati in frasca. Ove dovessero ricorrere tali casi, la cilindratura sarà effettuata in due fasi, separatamente e successivamente per ciascuno strato (o frazione) di 15 cm, misurato come prima. La cilindratura potrà essere ordinata dalla Direzione Lavori nelle tre seguenti modalità: a) - Cilindratura di tipo chiuso; b) - Cilindratura di tipo semiaperto; c) - Cilindratura di tipo aperto. Qualunque sia comunque il tipo di cilindratura prescritto, questa dovrà essere eseguita in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene la cilindratura stessa, risulti rullata a fondo,



in modo che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento. *La cilindratura di tipo chiuso* dovrà essere eseguita con uso di acqua, in modo limitato per evitare ristagni o rammollimenti del sottostante terreno e conseguenti rifluimenti, e con impiego durante la cilindratura di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito, scevro da materie terrose e con buon potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, purché idoneo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento restano tra gli elementi del pietrisco stesso. La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento, col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata ed in ogni caso mai inferiore a 120 passate. *La cilindratura di tipo semiaperto* dovrà essere eseguita con l'eliminazione pressoché completa dell'acqua, limitando l'uso della stessa ad un preliminare innaffiamento del pietrisco prima dello spandimento ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e ciò là dove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento voluto. Il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza del materiale prescritto ed impiegato per la massicciata da proteggere con i trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti. Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata oppure graniglia e pietrischetto dello stesso materiale. L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata della parte inferiore della massicciata o rimangano nella parte superiore, per un'altezza di alcuni centimetri, i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura. Questa sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla quantità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate. *La cilindratura di tipo aperto* dovrà essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti vuoti.

## 76.2. STRATI DI BASE IN MISTO GRANULARE

Saranno composti con miscele di ghiaia (pietrisco), sabbia ed argilla o con materiale "tout venant" la cui composizione granulometrica dovrà rientrare nei limiti fissati nella tabella Tab. 100, salvo diversa prescrizione. Per i misti granulari da impiegare negli strati di base valgono in generale le stesse prescrizioni relative ai misti di fondazione (v. punto 92.2.), con le seguenti differenze:

TAB. 100 - Terra stabilizzata per strati di base.  
Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	40	100
"	"	25	70 ÷ 100
"	"	15	50 ÷ 85
"	"	10	35 ÷ 65
"	"	5	25 ÷ 50
Setaccio	2332	2	15 ÷ 30
"	"	0,4	6 ÷ 15
"	"	0,18	2 ÷ 17

- Il limite di liquidità (LL) non dovrà essere superiore a 25; l'indice di plasticità (IP) dovrà essere compreso fra 4 e 9.
- L'aggregato grosso dovrà essere costituito di elementi non friabili aventi un coefficiente



Deval non inferiore a 10 (ove per le dimensioni del materiale non fosse possibile eseguire la prova Deval, si eseguirà la determinazione del coefficiente di frantumazione, che dovrà risultare non maggiore di 160).

c) - L'indice di portanza C.B.R. non dovrà essere inferiore ad 80; inoltre durante le prove di immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

Il costipamento avverrà fino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 100% di quella ottenuta con la prova AASHO modificata ed un modulo di compressione " $M_e$ ", misurato con piastra di 30 cm (nell'intervallo compreso fra 0,35 e 0,45 N/mm<sup>2</sup>), non inferiore a 100 N/mm<sup>2</sup>. A lavoro ultimato la superficie degli strati non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, da controllarsi come indicato al precedente punto 92.2.2.

TAB. 101 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati - Specifiche particolari in rapporto al tipo di traffico (da B.U. CNR n. 139/92)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
FRAZIONE > 4 mm	Contenuto di: - Rocce tenere, alterate o scistose - Rocce degradabili	— —	CNR 104/84 CNR 104/84	% %	≤ ≤	(*)		1 assenti	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤			30	30
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤			20	25
	Quantità di frantumato Sens. al gelo (**)	— G	— CNR 80/80	% %	≤ ≤			100 30	70 30
FRAZIONE ≤ 4 mm	Ind. Plasticità	IP	CNR-UNI 10014	%	≤			NP	NP
	Limite Liquido	WL o LL	CNR-UNI 10014	%	≤			25	25
	Passante al setaccio 0,075 mm	—	CNR 75/80	%	≤			6	6
	Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	≤			50	50

\* Di norma non idoneo, salvo studio particolare \*\* In zone considerate soggette a gelo

### 76.3. STRATI DI BASE IN MISTO BITUMATO (*BASE COURSE*)

Gli strati di base in misto bitumato saranno costituiti da una miscela granulometrica di ghiaia (o pietrisco), sabbia ed eventuale additivo (più raramente con materiale "tout-venant" e limitatamente agli strati di fondazione), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento degli aggregati, e stesa in opera mediante macchina vibrofibratrice.

#### 76.3.1. Caratteristiche degli inerti

Gli inerti da impiegare per la preparazione del misto bitumato dovranno essere costituiti di elementi sani, durevoli, puliti, esenti da polvere e materiali estranei, di forma regolare, non appiattiti né allungati o lenticolari, e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- Granulometria con andamento continuo ed uniforme compresa tra le curve limiti determinate dalla Tabella 103.
- Coefficiente di frantumazione (*ex norme* CNR, Fasc. IV/53), ove richiesto, non superiore a 160.
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 30%.

TAB. 103 - Misti stabilizzati a bitume. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	40	100
"	"	30	80 ÷ 95
"	"	20	65 ÷ 90
"	"	10	45 ÷ 70
"	"	5	28 ÷ 50
Setaccio	2332	2	15 ÷ 32
"	"	0,4	6 ÷ 18
"	"	0,18	4 ÷ 8
"	"	0,075	0 ÷ 4

d) - Equivalente in sabbia (prove AASHO T 176/56 – CNR, B.U. 27/92 – UNI EN 933-8),





maggiore di 45.

e) - Limiti di liquidità (LL – ricercato sul passante al setaccio 40 ASTM) inferiore a 30 ed indice di plasticità (IP) non superiore a 10.

### 76.3.2. Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno essere impiegati bitumi semisolidi di classe 50/70 (in stagione medio-calda) e 70/100 (in stagione fredda), salvo diversa prescrizione, rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 54.1.1. del presente Capitolato ed aventi un indice di penetrazione (IP) compreso nell'intervallo -1/+1.

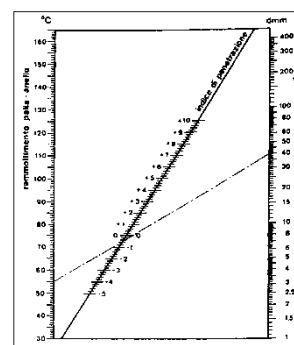
TAB. 104 - Strati di base. Requisiti di accettazione degli aggregati per misti bitumati e conglomerati bituminosi aperti (B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
Frazione > 4 mm	Contenuto di:	—	CNR 104/84	%	W	1	1	1	1
	– Rocce tenere, alterate o scintose	—	CNR 104/84	%	W	1	1	1	1
	– Rocce degradab.	—	CNR 104/84	%	W	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	W	25	25	30	40
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	W	20	20	25	35
	Quantità di frantumato (****)	—	—	%	N	90/90	90/30	70/20	50/0
	Dimensione max.	Dmax.	CNR 23/71	mm	W	40	40	40	40
	Sens. al gelo (*)	G	CNR 80/80	%	W	30	30	30	30
Frazione ≤ 4 mm	Pass. al setaccio 0,075 (**)	—	CNR 75/80	%	W	1	1	1	2
	Spogliamento in acqua a 40 °C (***)	—	CNR 138/92	%	W	5	5	5	5
	Contenuto di:	—	CNR 104/84	%	W	1	1	1	1
	– Rocce tenere, alterate o scistose	—	CNR 104/84	%	W	1	1	1	1
	– Rocce degradab.	—	CNR 104/84	%	W	1	1	1	1
	Equiv. in Sabbia	ES	CNR 27/72	%	W	50	50	50	35
	Indice Plastic	IP	CNR-UNI 10014	%	W	NP	NP	NP	6
	Limite Liquido	WL	CNR-UNI 10014	%	W	25	25	25	35

(\*) In zone considerate soggette a gelo; (\*\*) Ad accettazione della polvere di frantoio; (\*\*\*) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione; (\*\*\*\*) I primi valori si riferiscono ai conglomerati bituminosi per strato di base, i secondi ai misti bitumati.

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa fra il 3,5 ed il 4,5% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58), eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 6 kN;
- rigidità Marshall, cioè rapporto tra stabilità e scorrimento (quest'ultimo misurato in mm), superiore a 200;
- percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall compresa fra il 4 e l'8%.



L'Appaltatore, previe prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione, l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esami periodici sulle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 30 UNI 2334.



Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso e di sabbia maggiore di  $\pm 5$  sulla percentuale corrispondente della curva granulometrica prescelta e di  $\pm 1,5$  sulla percentuale di additivo; per il bitume non sarà ammesso uno spostamento superiore a  $\pm 0,3$  sulla percentuale stabilita.

### 76.3.3. Confezione e posa in opera

Gli impasti verranno confezionati a caldo in apposite centrali atte ad assicurare il perfetto essiccamento, controllo granulometrico e dosaggio degli aggregati e l'esatto proporzionamento e riscaldamento del bitume. Nel caso in cui venisse impiegato bitume di penetrazione 70/100, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C, quella del legante tra 150 e 180 °C. All'uscita del mescolatore la temperatura del conglomerato non dovrà essere inferiore a 140 °C. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. I tempi di mescolamento non dovranno mai essere inferiori a 30 secondi. La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sarà stata accertata la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa del conglomerato non andrà effettuata in condizioni ambientali sfavorevoli; strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spesa dell'Appaltatore. La stesa dovrà essere effettuata mediante macchina vibrofinitrice, a temperatura non inferiore a 120 °C, in strati finiti di spessore non inferiore a 6 cm e non superiore a 12 cm. Ove la stesa venisse operata in doppio strato, la sovrapposizione dovrà essere eseguita nel più breve tempo possibile e con l'interposizione di una mano d'attacco di emulsione bituminosa (del tipo ER 55 o ER 60) in ragione di 0,8 kg/m<sup>2</sup>. I giunti di ripresa e quelli longitudinali dovranno essere eseguiti assicurando l'impermeabilità e l'adesione delle superfici a contatto mediante spalmatura con legante bituminoso. La sovrapposizione degli strati dovrà effettuarsi in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm anche nei riguardi degli strati sovrastanti. La rullatura dovrà essere eseguita in due tempi, a temperatura elevata e con rulli leggeri tandem (4 ÷ 8 t) a rapida inversione di marcia nel primo e con rulli compressori da 10 ÷ 14 t, ovvero con rulli gommati da 10 ÷ 12 t, nel secondo tempo ed a stretta successione. A costipamento ultimato, e prima della stesa dei successivi strati di pavimentazione, si dovrà verificare che la massa volumica (densità) del conglomerato non sia inferiore al 98% del valore massimo ottenuto in laboratorio in uno con la prova di stabilità Marshall. Unitamente dovrà verificarsi che la percentuale dei vuoti residui non risulti superiore all'8%. La superficie finita dello strato non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1,00 cm, controllando a mezzo di un regolo di 4,50 m di lunghezza disposto su due direzioni ortogonali. La tolleranza sullo spessore sarà consentita fino ad un massimo del  $\pm 10\%$ , con un massimo assoluto di  $\pm 1,5$  cm.



## *Art. 37 - STRATI DI PAVIMENTAZIONE*

### 77.0. PREPARAZIONE DELLE CARREGGiate

L'applicazione sulla superficie della massicciata cilindrata di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi o asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco. La pulitura della superficie della massicciata si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione Lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata, o che l'acqua possa, in rapporto al costipamento di quest'ultima, procurare danni o sconnessioni. Per leganti a caldo, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi e verrà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della carreggiata. Qualora le carreggiate da rivestire con pavimenti bituminosi risultassero già dotate di vecchie pavimentazioni in basolato, selciato, ecc. si avrà cura oltre che di controllare il perfetto assestamento delle stesse, di procedere alla rimozione del materiale esistente tra le connessioni ed in tutti i vuoti esistenti e successivamente alla depolverizzazione. Qualora le facce superiori delle basole e delle pietre del selciato non fossero sufficientemente ruvide, sarà necessario procedere all'irruvidimento delle stesse a mezzo scalpellatura meccanica. Il relativo onere, ove non compreso nel prezzo della pavimentazione, sarà compensato a parte.

### 77.1. TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE)

La superficie stradale dovrà essere preparata come prescritto al punto precedente; inoltre, immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti, di prima o di seconda mano, l'Appaltatore delimiterà i bordi del trattamento con un arginello di sabbia onde ottenere la profilatura dei margini. Preparata la superficie da trattare si procederà allo spandimento dell'emulsione bituminosa al 55% nella quantità, di norma, di  $3,00 \text{ kg/m}^2$  (prima mano). Tale applicazione sarà effettuata in due tempi. In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi  $2,00 \text{ kg/m}^2$  di emulsione e  $12,00 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  di pietrischetto 10/15. In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà applicata alla superficie l'ulteriore quantitativo di  $1 \text{ kg/m}^2$  di emulsione e saranno sparsi  $8 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  di graniglia 5/10. Allo spargimento sia del pietrischetto che della graniglia seguirà sempre una leggera cilindatura con rullo compressore a tandem. Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione del quantitativo prescritto; la stessa uniformità ed esattezza dovrà inoltre essere garantita nello spandimento del materiale lapideo. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento dell'emulsione ne



sia rallentata la rottura; pertanto, ove nella stagione calda la massicciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita. Aperta la strada al traffico, l'Appaltatore dovrà provvedere perché per almeno 8 giorni dal trattamento, il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo, se del caso, alla aggiunta di graniglia. Dopo 8 giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato. L'applicazione della seconda mano (*spalmatura*, che costituirà il manto d'usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto, all'occorrenza, ad una accurata rappezzatura della già fatta applicazione, ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà eseguita di norma con l'impiego di pietrischetto bitumato, previa regolarizzazione, con taglio netto dei bordi, della zona di intervento. Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà di non meno di  $1,2 \text{ kg/m}^2$ , salvo una maggiore quantità disposta dall'Elenco Prezzi. Allo spandimento di emulsione seguirà lo spargimento della graniglia di saturazione, in quantità complessiva di  $10 \text{ dm}^3/\text{m}^2$ ; lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura. La graniglia provverrà da rocce aventi resistenza a compressione non inferiore a  $150 \text{ N/mm}^2$ , coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente Deval non inferiore a 14. Nella pezzatura dovrà evitarsi il moniglio in modo che, a lavoro ultimato, si possa avere una superficie sufficientemente scabra. L'Appaltatore comunque resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni dai risultati non soddisfacenti o che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

## 77.2. TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO E LA SECONDA CON BITUME A CALDO

### 77.2.1. Trattamento con graniglia a secco

Per la preparazione della superficie stradale e per la prima applicazione di emulsione bituminosa a semipenetrazione valgono in tutto le norme stabilite al punto precedente. La Direzione Lavori darà le sue prescrizioni per l'applicazione del primo quantitativo di emulsione suddividendo i  $3 \text{ kg/m}^2$  in due tempi, con susseguente aumento del materiale di copertura. L'applicazione di bitume a caldo per il trattamento superficiale sarà fatto con  $1 \text{ kg/m}^2$  di bitume, facendo precedere un'accurata ripulitura a secco del trattamento a semipenetrazione; tale ripulitura sarà integrata, se del caso, dagli eventuali rappezzi che si rendessero necessari (da eseguirsi con pietrischetto bitumato). Detta applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco (periodo maggio/settembre e comunque in assenza di freddo, umidità o pioggia). Il bitume sarà riscaldato alla temperatura di  $160 \div 180 \text{ }^\circ\text{C}$  entro adatti apparecchi che ne permettano il controllo. L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione, quanto mediante spanditrici a semplice erogazione, purché sia garantita l'uniforme distribuzione del quantitativo di bitume prescritto per



unità di superficie. Il piano della massicciata così bitumato dovrà essere subito saturato con spandimento di graniglia normale o pietrischetto scelto e pulito (con pezzatura corrispondente per circa il 70% alla massima dimensione), con caratteristiche di cui al punto 94.1. Il quantitativo da impiegarsi non dovrà essere inferiore a  $12 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  di massicciata trattata. Allo spandimento dovrà farsi seguire subito una rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore a 14 t. Il trattamento superficiale sarà nettamente delimitato lungo i margini mediante regoli. Verificandosi durante il periodo di garanzia e comunque fino al collaudo affioramenti di bitume sulla massicciata, l'Appaltatore provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedono, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, evitando ad un tempo modifiche di sagoma.

#### 77.2.2. Trattamento con graniglia oleata

Nelle zone di notevole altitudine, nelle quali a causa della insufficiente temperatura della strada la graniglia non potrà essere compiutamente rivestita dal bitume, si eseguirà il trattamento a caldo adoperando graniglia preventivamente oleata. Pulita pertanto accuratamente la superficie stradale, preferibilmente mediante soffiatori meccanici, il bitume di penetrazione 180/200 preventivamente riscaldato alla temperatura di  $180^\circ\text{C}$  verrà spruzzato sulla massicciata nella quantità di  $1 \text{ kg}/\text{m}^2$ , quindi verrà coperto con graniglia e pietrischetti, oleati in precedenza, in quantità di  $13 \text{ dm}^3/\text{m}^2$ . Successivamente si procederà alla compressione con rullo di  $8 \div 10$  tonnellate. La graniglia ed il pietrischetto avranno pezzature 5/15 e se possibile 5/20; lo stendimento, nella quantità di cui in precedenza, verrà effettuato separatamente per granulometria, usando per 4/5 pietrischetto di granulometria 10/15 e 10/20. La preventiva oleatura della graniglia e del pietrischetto verrà effettuata con oli minerali in ragione di  $15 \div 17 \text{ kg}/\text{m}^3$ , adoperando mescolatrici comuni o impastatrici a motore.

#### 77.3. TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO

Sarà effettuato con due mani di bitume a caldo, per la seconda delle quali verrà adottato lo stesso sistema di cui al punto 94.2.1. Di norma si adopererà  $1,25 \text{ kg}/\text{m}^2$  di bitume a caldo per la prima mano e  $0,80 \text{ kg}/\text{m}^2$  per la seconda, con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

#### 77.4. TRATTAMENTO CON POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA

Potrà essere di vari tipi. Nel tipo corrente, quale quello superficiale a freddo per applicazioni su nuove massicciate, occorreranno le seguenti operazioni: preparazione del piano viabile; oleatura dello stesso piano e del pietrischetto; formazione del manto di copertura con trattamento ad elementi miscelati; stesa e rullatura del manto. Per la preparazione del piano



## Studio Associato Barbieri

viabile dovrà preliminarmente procedersi ad una accurata depolverizzazione e raschiatura della massicciata cilindrata esistente, così da ottenere elementi di mosaico con interstizi totalmente scarniti e profondi circa 1 cm. L'oleatura del piano viabile e del pietrischetto, necessaria per l'ancoraggio del manto, sarà effettuata sulla massicciata asciutta, con spruzzatori meccanici capaci di suddividere finemente il legante e di distenderlo in modo uniforme e continuo, impiegando per il trattamento un quantitativo di olio di  $0,25 \div 0,30$  litri per unità di superficie. Per la formazione del manto di usura, trattandosi di nuovo impianto, si preferirà il sistema *ad elementi miscelati*. A tale scopo si procederà preliminarmente alla disintegrazione della polvere di roccia asphaltica, in modo da ottenere polvere completamente sciolta (priva di grumi superiori a 5 mm); ottenuta quindi la miscela, con pietrischetto 10/20 oleato nella percentuale in massa del  $40 \div 50\%$  e polvere nella percentuale del  $60 \div 50\%$ , si dovrà impiegare non meno di 30 kg della stessa per metro quadrato di manto. In ogni caso il quantitativo minimo di polvere non dovrà essere inferiore a  $15 \text{ kg/m}^2$ . Quando invece per ottenere un maggiore ancoraggio del manto di usura si preferisse intervenire su massicciata già protetta con precedente trattamento bituminoso, si impiegherà un quantitativo di polvere minore, intorno a  $10 \text{ kg/m}^2$ , e si procederà alla formazione del manto di usura mediante trattamento *ad elementi separati*. Il quantitativo di olio da adoperarsi si ridurrà, per l'oleatura del piano viabile, a  $0,15-0,20 \text{ kg/m}^2$  e dopo tale operazione si provvederà alla stesa della polvere di roccia asphaltica non prima di mezz'ora, in modo che l'olio possa esercitare la sua azione solvente sul legante del vecchio manto. Non appena poi lo strato di polvere avrà estensione tale da consentire una lavorazione regolare, si provvederà alla stesa del pietrischetto, usando  $8 \div 10 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  di materiale totalmente asciutto preventivamente oleato a freddo (con adatta impastatrice e con impiego di  $25 \div 30 \text{ kg/m}^3$  di olio). Nella stesa generale si accantonerà una percentuale di polvere del  $5 \div 10\%$ , polvere che si stenderà in un secondo tempo, a fine cilindratura, per assicurare una sufficiente chiusura in superficie (sigillo).

### 77.5. TRATTAMENTO A SEMIPENETRAZIONE E PENETRAZIONE CON BITUME A CALDO

Preparato il piano stradale con cilindratura a secco e mosaico superficiale sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a  $180^\circ\text{C}$  con inaffiatrici-distributrici a pressione, in quantità di  $2,5 \text{ kg/m}^2$  in modo di avere una regolare penetrazione nei vuoti della massicciata e una esatta ed uniforme distribuzione; allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia assorbito per intero. A bitume ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura 15/20, sino a ricoprire totalmente il bitume ed in quantità non inferiore a  $20 \text{ dm}^3/\text{m}^2$ , provvedendo poi alla cilindratura in modo da ottenere il totale costipamento della massicciata. Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Appaltatore dovrà provvedere ad eliminarle con ricarico di pietrischetto e bitume, sino alla normale sagoma stradale. Si procederà in tempo successivo alla spalmatura per il manto di usura con  $1,2 \text{ kg/m}^2$  di bitume dato a caldo, usando per ricoprimento  $15 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  di pietrischetto e graniglia 5/15 di elevata durezza e provvedendo



alla cilindratura sino ad ottenere un manto uniforme. Quando si volesse provvedere ad una pavimentazione in bitume a caldo, il cosiddetto *bitume colato*, si dovrà attuarne l'esecuzione solo nei mesi estivi. Precedentemente, il sottofondo cilindrato ed asciutto dovrà essere accuratamente ripulito in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di cm 10, costituito di elementi di pezzatura 40/70, di Dèval 14, bene assortiti fra loro ed esenti da polvere. Proceduto ad una prima leggera rullatura senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, si predisporrà il bitume riscaldato a temperatura  $160^{\circ}\text{C} \div 180^{\circ}\text{C}$  in adatti apparecchi e lo si spargerà in modo che siano garantite la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massicciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della complessiva quantità di  $3,5 \text{ kg/m}^2$ . Quando l'ultimo bitume affiorante dalla superficie sarà ancora caldo, si procederà allo spargimento uniforme di uno strato di pietrisco di pezzatura 20/25 della qualità più dura e resistente fino a ricoprire il bitume, riprendendo poi la cilindratura sino ad ottenere il completo costipamento, così che gli interstizi della massicciata dovranno in definitiva essere completamente riempiti di bitume e chiusi dal pietrisco.

## 77.6. STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (*BINDER COURSE*)

### 77.6.0. Generalità – Normativa di riferimento

Lo strato di collegamento (*binder*) in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strato di usura, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92). Il conglomerato da impiegarsi (*AC – Asphalt Concrete*) dovrà essere fornito di marcatura CE, con sistema di attestazione della conformità di tipo "2+" (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi "1" o "3" o "4").

Valgono le norme:

UNI EN 13108-1 - Miscele bituminose – Specifiche del materiale – Parte I: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo.

UNI EN 13108-2 - " " " " – Parte II: Conglomerato bituminoso per strati molto sottili.

UNI EN 13108-4 - " " " " – Parte IV: Conglomerato bituminoso chiodato.

UNI EN 13108-5 - " " " " – Parte V: Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso.

UNI EN 13108-7 - " " " " – Parte VII: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti.



### 77.6.1. Caratteristiche degli inerti

Gli aggregati dovranno possedere i requisiti di cui al punto 42.7. del presente Capitolato, ed in ogni caso dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità "2+" o "4" secondo prescrizione. L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti ai seguenti requisiti:

- a) - Coefficiente di frantumazione, ove richiesto, inferiore a 140 (ex norme CNR – Fasc. IV/1953).
- b) - Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 25% (v. più in particolare la Tab. 109).
- c) - Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80 (CNR, B.U. n. 65/1978 – UNI EN 1097-3).
- d) - Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (norma CNR, B.U. n. 137/1992).
- e) - Materiale non idrofilo.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione sopra indicati, verrà effettuato, se non diversamente disposto, secondo la norma di cui al B.U. CNR n. 93/63. In ogni caso i

**TAB. 105 - Conglomerato bituminoso per binder.  
Requisiti granulometrici**

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	25	100
"	"	15	65 ÷ 100
"	"	10	50 ÷ 80
"	"	5	30 ÷ 60
Setaccio	2332	2	20 ÷ 45
"	"	0,4	8 ÷ 25
"	"	0,18	5 ÷ 15
"	"	0,075	4 ÷ 8

pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, durevoli, poliedrici con spigoli vivi, ruvidi e puliti. L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti di cui alle norme CNR, B.U. n. 139/92 (v. anche il punto 4, della UNI EN 13043). Avrà inoltre un equivalente in sabbia non inferiore a 50 (CNR, B.U. n. 27/77) ed una perdita per decantazione inferiore al 2%. Gli additivi minerali (*fillers*) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o asfaltiche, o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare, alla setacciatura a secco, interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM. La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab. 105 (v. anche la Tab. 106 che prevede una dimensione massima degli inerti di 30 mm).





## Studio Associato Barbieri

**TAB. 106 - Strati di collegamento. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)**

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
Frazione > 4 mm	Contenuto di:	–	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	– Rocce tenere, alterate o scistose	–	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	– Rocce degradabili	LA	CNR 34/73	%	≤	22	25	30	40
	Coeff. Los Angeles	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	–	–
	Porosità	MDU	CNR 109/85	%	≤	20	20	25	35
	Micro Deval Umida	–	–	%	≤	90	90	80	70
	Quantità di frantumato	Dmax	CNR 23/71	mm	≤	30	30	30	30
	Dimensione max. <=2/3 spess. strato e in ogni caso	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
	Sens. al gelo (1)	–	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2
	Passante al setaccio 0,075 (2)	–	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
Spogliamento in acqua (3)	–	CNR 95/84	%	≤	20	25	30	35	
Indice appiatt.	la								
Frazione 0,075 ÷ 4 mm	Quantità di frantumato	–	CNR 75/80	%	≤	40	40	–	–
	Passate al setaccio 0,075 (2)	ES	CNR 27/72	%	≤	2	2	2	3
	Equiv. in Sabbia			%	≤	50	50	40	40
FILLER	Spogliamento in acqua della roccia di origine	mm	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
	Passante 0,18	mm	CNR 23/71	%	≤	100	100	100	100
	0,075	mm	CNR 75/80	%	≤	80	80	80	80
	Ind. Plasticità	IP	CNR UNI 10014	%	–	NP	NP	NP	NP
	Vuoti Ridgen	V%		%	–	30-45	30-45	30-45	30-45
	Potere Rigid.	Λ PA				Per tutte le categorie di traffico			
						Rapporto filler/bitume		corrisp. valore del potere rigidificante	
						1,5 2,0 2,5 3,0		Λ PA ≥ = 5 ≥ = 12 ≥ = 25 ≥ = 40	
	(1) In zone considerate soggette a gelo (2) Ad eccezzazione della polvere di frantoio (3) Con eventuale impiego di “dope” d'adesione.								

(1) In zone considerate soggette a gelo  
(2) Ad eccezione della polvere di frantoio  
(3) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione.

In ogni caso per la miscela dovranno essere rispettati i limiti minimo e massimo di composizione di cui alle Tabb. 1 e 2 del punto 5.2.1.2. della UNI EN 13108-1. la Tab. 1 riportandosi a seguito, in lingua originale (a meno delle note).

**TAB. 1, UNI EN 13108-1 - Overall limits of target composition - basic sieves set plus set 1.**  
(Limiti estremi di composizione - Settaggi del gruppo di base più gruppo 1)

D (*)	4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
Sieve mm	Passing sieve % by mass						
1,4 D <sup>a</sup>	100	100	100	100	100	100	100
D	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100	90 to 100
2	50 to 85	15 to 72	10 to 72	10 to 60	10 to 50 <sup>b</sup>	10 to 50 <sup>b</sup>	10 to 50
0,063	5,0 to 17,0	2,0 to 15,0	2,0 to 13,0	2,0 to 12,0	0 to 12,0	0 to 11,0	0 to 11,0

(\*) Misura superiore dello staccio, in mm.

### 77.6.2. Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti dovranno venire impiegati bitumi solidi del tipo 50/70 o 70/100 (secondo la stagione ed in rapporto alle prescrizioni della Direzione dei lavori), rispondenti alle norme di accettazione di cui al punto 54.1.1. del presente Capitolato ed aventi indice di penetrazione (IP - v. punto 93.5.2.) compreso tra - 1/+1. Potranno venire impiegati anche, in rapporto alle prescrizioni, bitumi modificati EN 14023 o bitumi duri (hard grade bitumen) prEN 13924.

La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4% ed il 5,4% (B min 4,0 e B min 5,4 – Tab. 13 UNI EN 13108-1) e dovrà essere comunque la



## Studio Associato Barbieri

minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso citati. La composizione adottata dovrà essere resistente ai carichi e sufficientemente flessibile, pertanto il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- stabilità Marshall (prove CNR, B.U. n. 30/1973 – UNI EN 13108-20) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 7,5 kN (categoria *S* min 7,5 Tab. 14 UNI EN 13108-1);
- scorrimento (in prova Marshall) compreso tra 1 e 4 mm (categorie *F1* e *F4* Tab. 16 UNI EN 13108-1);
- rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità misurata in dN o kg e lo scorrimento misurato in mm) in ogni caso superiore a 300;
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall) compresa fra il 4% e l'8%;
- volume dei vuoti residui a cilindratura ultimata compreso fra il 4% ed il 10%.

In ogni caso per quanto riguarda la percentuale dei vuoti (categ. *V<sub>max</sub>* e *V<sub>min</sub>*), la sensibilità all'acqua (in direct tensile strenght ratio – *ITSR* %) la resistenza all'abrasione (maximum abrasion value – *AbrA* – ml), la resistenza alla deformazione permanente (categ. *P*, *WTS AIR*, *PRD AIR*), la resistenza al fuoco, ai carburanti, ecc. sarà fatto riferimento alle specifiche tabelle della UNI EN 13108-1 che indicano le relative categorie in rapporto alle percentuali ed alle grandezze interessate. L'Appaltatore, previe prove di laboratorio, presenterà alla Direzione Lavori, prima dell'inizio, la composizione della miscela che intenderà adottare. Approvata tale composizione l'Appaltatore sarà tenuto ad attenersi alla stessa, comprovando l'osservanza di tale impegno con esame periodico sulle miscele prelevate sia presso l'impianto di produzione, sia in cantiere immediatamente prima della stesa, e vagliate in modo da eseguire le prove sul passante al crivello 25 UNI 2334. Non sarà ammessa una variazione del contenuto della miscela in valori superiori a quelli riportati nell'ultimo capoverso di cui al punto 93.5.2.

### 77.6.3. Identificazione

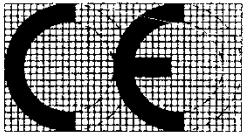
Il documento di consegna del materiale dovrà contenere almeno le informazioni di cui al punto 7 della UNI EN 13108-1, tra cui: nome del produttore ed impianto di produzione; designazione della miscela con: AC (Asphalt Concrete), D (dimensione massima dell'aggregato), destinazione del conglomerato (strato di usura, di collegamento o di base), tipologia del legante dettagli sugli additivi impiegati; dettagli sull'osservanza dei punti 5.2.8 e 5.2.9 della norma nel caso di impieghi aeroportuali.



#### 77.6.4. Marcatura ed etichettatura CE

Le seguenti informazioni dovranno accompagnare la marcatura CE: numero di identificazione dell'Organismo di Certificazione; nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno nel quale è stata applicata la marcatura; numero del certificato del controllo di produzione in fabbrica; riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali indicati nelle Tabb. ZA.1 e ZA.1b della norma.

TAB. ZA.1a e ZA.1b - Esempio di informazioni per marcatura CE come da prescrizioni generali, empiriche e fondamentali

		Reaction to fire	Euroclass CII *
01234		Temperature of the mixture	140 °C to 180 °C
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-150		Grading (passing)	
06		22,4 mm sieve	100%
01234-CPD-00234		16 mm sieve	95%
EN 13108-1		11,2 mm sieve	88%
Asphalt Concrete for roads and other trafficked areas		5,6 mm sieve	62%
AC 16 surf 70/100		2 mm sieve	40%
euro asphalt plant S24		0,500 mm sieve	33%
General requirements + fundamental requirements		0,250 mm sieve	22%
Void content		0,063 mm sieve	5,8%
– maximum		Binder content	B <sub>min</sub> 6,0 (6,0%)
– minimum		Stiffness	
Water sensitivity		– minimum	S <sub>min</sub> 1 800 (1 800 MPa)
Resistance to abrasion by studded tyres:		– maximum	S <sub>max</sub> 9 000 (9 000 MPa)
		Resistance to permanent deformation *	
		– large size device: proportional rut depth	P <sub>5</sub> (5,0%)
		– small size device wheel tracking slope	WTS <sub>AIIR10,0</sub> (10 mm)
		– small size device: proportional rut depth	PRD <sub>AIIR9,0</sub> (9,0%)
		* Stating test conditions selected in accordance with EN 13108-20.	

#### 77.6.5. Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti in impianti fissi, approvati dalla Direzione Lavori e tali da assicurare: il perfetto essiccamento, la separazione dalla polvere ed il riscaldamento uniforme dell'aggregato grosso e fino; la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura; la perfetta dosatura degli stessi; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo. Ove si impiegasse bitume di penetrazione 70/100 la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170 °C (155-180 °C per bitume 60/80), quella del legante tra 150 e 180 °C. La temperatura del conglomerato, all'uscita del mescolatore, non dovrà essere inferiore a 150 °C (v. più in particolare la tabella a fianco che riproduce parzialmente la Tab. 11 della UNI EN 13108-1). Nell'apposito laboratorio installato in cantiere a cura dell'Appaltatore dovrà essere effettuata la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati e quella degli

TAB. 107 - Temperature limiti della miscela

CLASSE DEL BITUME	Temperatura (°C)
20/30	160 - 200
30/45	155 - 195
35/50 40/60	150 - 190
50/70 70/100	140 - 180
100/150 160/220	130 - 170



## Studio Associato Barbieri

aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione. Inoltre, con frequenza giornaliera e comunque ogni 1000 tonnellate di materiale prodotto:

- la verifica della composizione del conglomerato (inerti, additivo, bitume);
- la verifica della stabilità Marshall, prelevando la miscela all'uscita del mescolatore (e confezionando i provini senza alcun riscaldamento, per un ulteriore controllo sulla temperatura di produzione) o alla stesa;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato steso e compattato (massa volumica e percentuale dei vuoti residui). Si controlleranno frequentemente le caratteristiche del legante impiegato e le temperature di lavorazione. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti saranno muniti di termometri fissi.

Prima di procedere alla stesa degli strati di pavimentazione si procederà ad un'accurata pulizia della superficie preesistente mediante lavaggio o energica ventilazione. Sulla superficie stessa sarà steso un velo di emulsione tipo ER 55 o ER 60, in ragione di  $0,8 \text{ kg/m}^2$ , in modo da ottenere un buon ancoraggio dello strato da stendere. L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici finitrici, di tipo approvato dalla Direzione. Il materiale verrà steso a temperatura non inferiore a  $120^\circ\text{C}$ . Le operazioni di stesa dovranno essere interrotte ove le condizioni atmosferiche non fossero tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presentasse comunque bagnato o avesse temperatura inferiore a  $5^\circ\text{C}$ ; per temperatura tra  $5$  e  $10^\circ\text{C}$ , la Direzione potrà prescrivere alcuni accorgimenti quali l'innalzamento della temperatura di confezionamento e la protezione durante il trasporto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi o sostituiti a totale cura e spese dell'Appaltatore. Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale; ove il bordo di una striscia fosse stato danneggiato, il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita. In corrispondenza dei giunti di ripresa del lavoro e del giunto longitudinale tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità e adesione alle superfici di contatto. Per il giunto longitudinale tale operazione potrà venire comunque evitata ove la stesa avvenisse ad opera di macchine vibrofinitrici affiancate. La sovrapposizione degli strati dovrà avvenire in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfalsati di almeno 30 cm. La rullatura dovrà essere eseguita alla temperatura più elevata possibile, con rulli meccanici a rapida inversione di marcia con massa di  $4 \div 8$  tonnellate; proseguirà poi con passaggi longitudinali ed anche trasversali; infine il costipamento sarà ultimato con rullo statico da  $10 \div 14 \text{ t}$  o con rullo gommato da  $10 \div 12$  tonnellate. Al termine di tali operazioni si dovranno effettuare i controlli di compattezza, operando su campioni prelevati dallo strato finito (tasselli o carote). A lavoro ultimato la superficie dovrà presentarsi assolutamente priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4,00 m, posta a contatto della superficie in esame, dovrà aderirvi con uniformità e comunque non dovrà presentare scostamenti di valore superiore a 4 mm. Non sarà ammessa alcuna tolleranza in meno sugli spessori di progetto di ciascuno degli strati di pavimentazione; questi dovranno avere uno spessore finito non inferiore a 4 cm se trattasi di strati di collegamento e non inferiore



a 2 cm se trattasi di strati di usura.

## 77.7. STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO (*SURFACE COURSE*)

### 77.7.0. Generalità – Normativa di riferimento

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso a caldo, al pari dello strato di base in misto bitumato e dello strado di collegamento, sarà costituito da una miscela di aggregati (con vecchia dizione: pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi) mescolati con bitume a caldo e stesi in opera mediante macchina vibrofinitrice (v. B.U. CNR n. 139/92). Il conglomerato da impiegarsi (*AC – Asphalt Concrete*) dovrà essere fornito di marcatura CE, con sistema di attestazione della conformità di tipo "2+" (salvo usi soggetti alle regole di reazione al fuoco come specificato nella Tab. ZA.2 della UNI EN 13108-1; nel caso, sistemi "1" o "3" o "4"). Valgono le norme UNI EN riportate al precedente punto 94.6.0. e le indicazioni di cui ai punti 94.6.3 e 94.6.4. Vale in generale quanto riportato al precedente punto 94.6., per quanto compatibile, in tema di conglomerati bituminosi prodotti a caldo.

### 77.7.1. Caratteristiche degli inerti

L'aggregato grosso sarà costituito di pietrischetti e graniglie, che potranno essere anche di provenienza e natura diversa (preferibilmente silicea o basaltica), purché rispondenti oltre ai requisiti generali di cui al punto 94.6.1. anche ai seguenti requisiti:

- a) - Coefficiente di frantumazione inferiore a 120 (*ex norma* CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente Deval ove richiesto superiore a 14 (*ex norma* CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente micro-Deval umido (MDE) non superiore al 15% (prove CNR, B.U. n. 109/85 - UNI EN 1097-1).
- b) - Perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% (norme ASTM C 131 – AASHTO T 96 – UNI EN 1097-2).
- c) - Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85 (*ex norma* CNR, Fasc. IV/1953).
- d) - Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (*ex norma* CNR, Fasc. IV/1953); v. anche, per l'assorbimento d'acqua, le prove UNI EN 1097-6.
- e) - Materiale non idrofilo, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5 % (*ex norma* CNR, Fasc. IV/1953).

L'aggregato fino e gli additivi avranno le stesse caratteristiche di cui al punto 94.6.1.; inoltre gli additivi dovranno essere tali che l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello 5 UNI 2334 subisca una riduzione compresa tra un minimo di 30 ed

un massimo di 50 per percentuali di additivo (calcolate in massa sul totale della miscela di aggregato) comprese tra il 5 ed il 10%. La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale si indica a titolo orientativo il fuso di cui alla Tab.

TAB. 108 - Conglomerato bituminoso per strato di usura.  
Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	15	100
"	"	10	70 ÷ 100
"	"	5	45 ÷ 65
Setaccio	2332	2	25 ÷ 45
"	"	0,4	12 ÷ 25
"	"	0,18	7 ÷ 15
"	"	0,075	5 ÷ 10



108 (v. anche la Tab. 109).

TAB. 109 - Strati di usura. Requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminosi a caldo (da B.U. CNR n. 139/1992)

DETERMINAZIONE		SIMBOLO	NORMA DI RIFERIMENTO			TRAFFICO			
						PP	P	M	L
Frazione > 4 mm	Contenuto di:	—	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	— Rocce tenere, alterate o scistose	—	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	— Rocce degradabili.	—	CNR 104/84	%	≤	1	1	1	1
	Coeff. Los Angeles	LA	CNR 34/73	%	≤	18	20	20	25
	Porosità	p%	CNR 65/78	%	≤	1,5	1,5	—	—
	Micro Deval Umida	MDU	CNR 109/85	%	≤	15	15	15	20
	Coeff. levig. accel.	CLA	CNR 140/92	%	≥	0,45	0,42	0,40	0,37
	Quantità di frantumato	—	—	%	≥	100	100	100	100
	Dimensione max. ≤ 1/2	Dmax.	CNR 23/71	mm	≤	20	20	20	20
	spess. strato e in ogni caso:	—	—	—	—	—	—	—	—
	Sens. al gelo (1)	G	CNR 80/80	%	≤	30	30	30	30
	Passante al setaccio 0,075 (2)	—	CNR 75/80	%	≤	1	1	1	2
Frazione 0,075 ÷ 4 mm	Spogliamento in acqua a 40 °C (3)	—	CNR 138/92	%	≤	—	—	—	—
	Indice appiatt.	la	CNR 95/84	%	≤	20	20	30	30
	Quantità di frantumato	—	—	%	≥	50	50	50	—
FILLER	Passate al setaccio 0,075 (2)	ES	CNR 75/80	%	≤	2	2	2	3
	Equiv. in Sabbia	—	CNR 27/72	%	≥	80	60	60	40
	Spogliamento in acqua della roccia di origine	—	CNR 138/92	%	≤	5	5	5	5
	Passante 0,18 mm	—	CNR 23/71	%	≥	100	100	100	100
	0,075	—	CNR 75/80	%	≥	80	80	80	80
	Ind. Plasticità	IP	CNR/UNI 10014	%	≥	NP	NP	NP	NP
	Vuoti Ridgen	V%	—	%	—	30-45	30-45	30-45	30-45
	Potere Rigid.	Δ PA	—	°C	—	Per tutte le categorie di traffico			
						Rapporto filler/bitume	corrisp. valore del potere rigidificante		
						1,5	Δ PA ≥ 5		
	(1) In zone considerate soggette a gelo					2,0	≥ 12		
	(2) Ad eccezione della polvere di frantoio					2,5	≥ 25		
	(3) Con eventuale impiego di "dope" d'adesione					3,0	≥ 40		

## 77.7.2. Leganti – Caratteristiche della miscela

Come leganti verranno impiegati di norma gli stessi bitumi di cui al punto 94.6.2., salvo diversa indicazione. La percentuale media del legante, riferita alla massa degli inerti, dovrà essere compresa tra il 4,5% ed il 6% e dovrà essere comunque la minima per consentire il valore massimo di stabilità Marshall e di compattezza appresso indicati. Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari non dovrà superare l'80%. Il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima e sufficiente flessibilità. Stabilità Marshall (prova ASTM T 1559/58) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 10 kN;
- scorrimento (in prova Marshall) compreso fra 1 e 3,5 mm; rigidità Marshall (rapporto tra stabilità e scorrimento) superiore a 3,0 kN/mm;
- percentuale dei vuoti residui (dei provini Marshall), nelle prescelte condizioni di impiego, compresa fra il 3% ed il 6%;
- compattezza elevata: volume dei vuoti residui a rullatura ultimata, calcolato su campioni prelevati dallo strato, compreso tra il 4% e l'8%;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale, sufficiente ruvidezza e stabilità della stessa nel tempo: rugosità superficiale del manto, misurata con apparecchio "Skid-Tester" dopo



## Studio Associato Barbieri

almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, su superficie pulita e bagnata, con temperatura di riferimento di 18 °C, superiore in ogni punto a 50 per la carreggiata ed a 45 per le banchine di sosta.

Ad un anno dall'apertura al traffico poi il volume dei vuoti residui dovrà essere compreso fra il 3% ed il 6% e l'impermeabilità dovrà risultare praticamente totale. Per il resto valgono le prescrizioni di cui al punto 94.6.2., penultimo ed ultimo capoverso.

### 77.7.3. Confezione e posa in opera

Gli impasti saranno eseguiti e posti in opera con le stesse modalità di cui al precedente punto

94.6.3. che tratta dei conglomerati per strati di collegamento.

Qualora nella esecuzione dello strato di usura venisse a determinarsi, a causa di particolari condizioni ambientali, una sensibile differenza di temperatura fra il conglomerato della striscia già posta in opera e quello da stendere, la Direzione Lavori potrà ordinare il preriscaldamento, a mezzo di appositi apparecchi a raggi infrarossi, del bordo terminale della prima striscia contemporaneamente alla stesa del conglomerato della striscia contigua.

### 77.7.4. Attivanti dell'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitumi-aggregati ("dopes" di adesività) costituite da composti azotati di natura varia (ammine, alchilammido-poliammine) stabili anche a temperatura elevata e di qualità certificata. Il dosaggio potrà variare, a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare, in rapporto alle istruzioni del produttore e le prescrizioni della Direzione dei lavori. L'effettivo impiego del prodotto potrà essere effettuato con la prova di spogliazione (di miscele bitume-aggregato) secondo ASTM – D 1664/80.

### 77.7.5. Strati a usura differenziata

Saranno costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi impastati con bitume a caldo, unitamente a graniglie naturali o sintetiche, di pezzatura 2/15 mm, aventi coefficiente di frantumazione notevolmente più basso di quelle contenute nella miscela normale.

### 77.7.6. Strati di usura con aggregato sintetico chiaro

Saranno costituiti da una miscela di pietrischetto, graniglia, sabbia e additivi impastati con bitume a caldo, unitamente ad aggregato sintetico chiaro nella pezzatura di 2/15 mm. La



## Studio Associato Barbieri

percentuale dell'aggregato sintetico, sulla massa totale della miscela, dovrà essere del 45%.

### 77.8. STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE

Sarà costituito da una miscela di pietrischi frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato. Avrà come finalità la maggiore aderenza in caso di pioggia e l'abbattimento del rumore di rotolamento.

#### 77.8.1. Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti di cui al precedente punto 94.7.1 ed alla Tab. 112, con le seguenti eccezioni:

- il coefficiente di levigazione accelerata (CLA) dovrà essere uguale o maggiore a 0,45;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

#### 77.8.2. Miscele

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente *"gramulone"*, *"intermedio"* e *"monogranulare"* aventi una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati di seguito:

TAB. 110 - Conglomerati bituminosi drenanti. Fusi granulometrici per aggregati

CRIVELLI E SETTACCI UNI		Passante totale in peso %		
		FUSO A	FUSO B	FUSO C
		Drenabilità ottima	Drenabilità elevata	Drenabilità buona
Crivelli 2334	20	100	100	100
" "	15	60-100	90-100	100
" "	10	15-35	35-50	85-100
" "	5	5-20	10-25	5-20
Setaccio 2332	2	0-12	0-12	0-12
" "	0,4	0-10	0-10	0-10
" "	0,18	0-8	0-8	0-8
" "	0,075	0-6	0-6	0-6

#### 77.8.3. Leganti

Potranno essere del tipo "E" (legante + 2% polietilene a bassa densità) + 6% stirene-butadiene-stirene a struttura radiale) o del tipo "F" (legante + 6% polietilene (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene-butadiene-stirene a struttura radiale, le cui caratteristiche dovranno rispondere a quanto riportato nelle tabelle 111 e 112.





TAB. 111 - Bitumi additivi per conglomerati drenanti. Legante "E"

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100 g, 5 s	0,1 mm	35-45
Punto di ramollimento	K	333-343
Indice di penetrazione		+1/+3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C/353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180-450
Viscosità dinamica a T = 160°C/433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2-2

TAB. 112 - Bitumi additivi per conglomerati drenanti. Legante "F"

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100 g, 5 s	0,1 mm	50-70
Punto di ramollimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/+3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C/353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180-450
Viscosità dinamica a T = 160°C/433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2-1,8

#### 77.8.4. Requisiti del conglomerato

Il conglomerato dovrà presentare i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (prova CNR, B.U. n. 30/1973), eseguita a 333 °K su provini costipati con 75 colpi di maglio per facciata, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con fuso "A" ed a 600 kg per conglomerati con fusi "B" e "C";
- il valore del modulo di rigidezza Marshall (rapporto tra la stabilità Marshall, misurata in kg, e lo scorrimento, misurato in mm, dovrà essere superiore a 200 per fuso "A" ed a 250 per i fusi "B" e "C";
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (prova CNR, B.U. n. 39/1973) nei limiti sotto indicati:

*Miscela di cui al Fuso A: 16% - 18%*

*Miscela di cui al fuso B: 14% -*

*16%*

*Miscela di cui al fuso C: 12% - 14%*

Ancora la Direzione dei lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova CNR, B.U. n. 97/1984 - pr. "brasiliiana"), i cui risultati dovranno risultare come da tabella che segue:

TAB. 113 - Pavimentazioni drenanti. Prova brasiliiana. Limiti

FUSO	Temperatura di prova (°K)	Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )
A	283	0,70 - 1,10	≥ 55
B	298	0,25 - 0,42	≥ 22
C	313	0,12 - 0,20	≥ 12

#### 77.8.5. Confezione e posa in opera

Valgono anche per quanto conglomerato le prescrizioni di cui al precedente punto 94.7. con le seguenti precisazioni e differenze:

- la temperatura di costipamento dovrà essere compresa tra 413 e 423 °K;
- al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impatto o alla stesa (tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma CNR n. 40/1973, su carote di 20 cm di diametro;
- il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su



## Studio Associato Barbieri

carote di 20 cm prelevate in sito dovrà essere non inferiore a  $15 \pm 1,0^{-2}$  (media su tre determinazioni);

- la capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di  $154 \text{ cm}^2$  ed uno spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di  $12 \text{ dm}^3/\text{min}$  per la miscela del Fuso A e maggiore di  $8 \text{ dm}^3/\text{min}$  per le miscele dei fusi B e C.

### 77.8.6. Controllo della fonoassorbenza

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di verificare la fonoassorbenza della pavimentazione mediante il controllo di miscele

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbimento (a)
400 – 630	> 0,15
800 – 1600	> 0,30
2000 – 2500	> 0,15

con il metodo a onde stazionarie, utilizzando un'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt"; la verifica sarà effettuata su carote di 100 mm di diametro prelevate in sito dopo cinque mesi dalla stessa del conglomerato. In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "a", in funzione della frequenza, in condizioni di incidenza normale dovrà essere maggiore dei valori riportati nella tabella.

### 77.8.7. Garanzia triennale

Qualora fosse previsto apposito compenso a corpo per garanzia triennale, farà carico all'Appaltatore la manutenzione del manto, senza alcun altro corrispettivo, per un triennio decorrente dalla data del Certificato di Collaudo.

## **Art. 38 - PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI**

### 78.1. PAVIMENTAZIONI IN MASSELI DI CALCESTRUZZO

Le pavimentazioni in argomento saranno costituite con masselli in calcestruzzo secondo le caratteristiche di cui al punto 42. del presente Capitolato.

**Piano di finitura del sottofondo.** Il sottofondo deve corrispondere alla geometria del piano stradale: in nessun caso le pendenze devono essere ricavate variando lo spessore dello strato di allettamento dei masselli. Le tolleranze dimensionali massime ammissibili per il piano di finitura del sottofondo sono  $\pm 15 \text{ mm}$ . I relativi manufatti (chiusini, caditoie, canalette ,etc,) dovranno essere posizionati al livello della pavimentazione finita prima dell'inizio della posa in opera, tenendo conto di un ulteriore calo del livello pavimentazione finita per effetto del traffico nell'ordine di 3-5 mm.



## Studio Associato Barbieri

**Stesura e staggiatura della sabbia di allettamento.** Il riporto di posa dovrà essere costituito da sabbia di origine alluvionale o dalla frantumazione di rocce ad elevata resistenza meccanica e non alterabili. Sono assolutamente da evitare quali materiali di allettamento i granulati ottenuti dalla macinazione di rocce calcaree o comunque tenere. La granulometria ottimale è riportata nella tabella seguente:

Diametro vaglio      Percentuale passante in massa

10 mm	100
6 mm	90-100
3 mm	75-100
1 mm	55-90
0,5 mm	35-70
0,25 mm	8-35
0,125 mm	0-10
0,075 mm	0-3

L'umidità dello strato di allettamento dovrà essere il più uniforme possibile ed il materiale dovrà risultare umido ma non saturo.

L'esecuzione della pavimentazione prevede la posa per semplice accostamento a secco dei masselli su allettamento di sabbia. Lo strato di allettamento in sabbia dovrà mantenere uno spessore costante compreso tra 3 e 6 cm al momento della staggiatura: in nessun caso infatti le pendenze dovranno essere ricavate variando lo spessore di tale strato. Nella determinazione delle quote finite si deve ricordare che ci sarà un calo della sabbia di allettamento per effetto della compattazione, normalmente variabile tra il 20 ed il 30% dello spessore soffice in funzione del tipo e della granulometria di sabbia utilizzata. La sabbia di allettamento compattata dovrà risultare quindi di spessore compreso tra 2,5 e 4,5 cm. La staggiatura può essere realizzata in due modi:

a) con precompattazione: si stende la sabbia per uno spessore come sopra specificato, si vibrocompatta con piastra vibrante, si sparge un nuovo strato di sabbia di circa 1,5 cm. e si staggia: è il metodo preferibile per pavimentazioni destinate a carichi elevati, in quanto assicura densità e compattazione uniforme e quindi minori tolleranze superficiali;

b) la compattazione della sabbia avviene solo dopo la posa dei masselli. Se il piano di posa viene comunque disturbato deve essere di nuovo staggiato con cura. La staggiatura della sabbia non dovrà mai essere effettuata con temperature inferiori a 1 °C.

### Posa in opera dei masselli.

Gli orientamenti di posa saranno in continuità con la pavimentazione esistente. La posa in opera deve essere condotta in modo tale da mantenere sempre un fronte "aperto" per la posa dei masselli successivi, onde evitare l'inserimento forzato. La posa in opera dei masselli deve avvenire per semplice accostamento seguendo dei fili di riferimento posizionati ogni 4-5 metri,



## Studio Associato Barbieri

in senso longitudinale e trasversale all'avanzamento lavori. Devono essere periodicamente controllati gli allineamenti a mezzo di fili secondo due direzioni ortogonali.

### Intasamento dei giunti e vibrocompattazione.

Si raccomanda di usare esclusivamente sabbia naturale (la sabbia di frantoio può causare infatti macchie sulla superficie dei masselli) con granulometria come illustrato nella tabella seguente. La sabbia deve essere asciutta: se essiccata facilita la penetrazione ed il riempimento del giunto.

Diametro vaglio	Percentuale passante in massa
3 mm	100
2 mm	95-100
1 mm	75-100
0,5 mm	35-95
0,25 mm	5-35
0,125 mm	0-10
0,075 mm	0-3

*Modalità di esecuzione.* Appena terminata la posa con i tagli di finitura si deve provvedere al pre-intasamento dei giunti con sabbia avente le caratteristiche sopra specificate. Il pre-intasamento ha lo scopo di ottimizzare il riempimento dei giunti ed evitare il disallineamento dei masselli sia nella fase di movimentazione in corso d'opera dei materiali verso il fronte di posa che durante la vibrocompattazione. La sabbia deve essere stesa e distribuita in modo omogeneo su tutta la superficie da vibrocompattare. Si procede quindi alla vibrocompattazione a mezzo di piastra. La vibrocompattazione ha la funzione di allettare i masselli nello strato di sabbia e di garantire un primo assestamento della sabbia nei giunti: andranno previsti almeno 3 passaggi in senso trasversale per garantire uniformità di compattazione. La vibrocompattazione dovrà arrestarsi entro 1 metro dal fronte di posa. Per superfici a forte pendenza occorre sempre vibrare la pavimentazione in senso trasversale dal basso verso l'alto. Il tipo di piastra da utilizzare dipende dalla forma e dallo spessore del massello (si veda la tabella seguente).

A parità di forma del massello:	Forza centrifuga KN	Frequenza Hz	Dimensione piastra	min. mq
cm. 4	9 – 11	75 – 100	0,20	
cm. 6	14 – 16	75 – 100	0,24	
cm. 8	16 – 20	75 – 100	0,24	
cm. 10	20 – 24	75 – 100	0,28	



## Studio Associato Barbieri

E' sempre consigliabile l'utilizzo di piastre munite di tappetino protettivo in gomma o similare (es Vulkolan durezza > 90 shore) e comunque indispensabile nel caso di pavimentazioni colorate. E' importante mantenere sempre pulito il piano vibrante, evitando graffiature o accumuli di sporcizia che andrebbero inevitabilmente a macchiare la pavimentazione, specialmente nel caso questa fosse umida.

Al termine della vibrocompattazione si procede all'intasamento finale dei giunti con ulteriore stesura di sabbia. La sabbia di intasamento deve essere lasciata sulla pavimentazione il più a lungo possibile per consentire un'efficace intasamento dei giunti sotto carico di traffico. La pavimentazione (se non sigillata con opportuni polimeri) non dovrà essere sottoposta al passaggio di mezzi aspiranti per almeno 1 mese dall'apertura al traffico. La superficie deve comunque essere periodicamente ispezionata nei primi sei mesi di vita intervenendo con integrazione della sabbia di sigillatura qualora se ne riscontri la necessità per svuotamento dei giunti. Al termine delle operazioni di posa la conformità del lavoro ai dettami della regola dell'arte va controllata secondo i seguenti parametri:

- corretto allineamento dei masselli secondo due direzioni ortogonali; considerando comunque che le variazioni dimensionali in produzione e l'andamento delle pendenze non consentono in nessun caso un perfetto allineamento;
- assenza di danneggiamento ai masselli dovuti a cattiva movimentazione degli stessi oppure ad una non idonea procedura di compattazione;
- ottimale sigillatura dei giunti della pavimentazione: nel caso non sia disponibile sabbia essiccata, la sabbia di sigillatura dovrà essere lasciata in misura abbondante sulla pavimentazione e periodicamente ridistribuita a cura della Committenza fino al completo intasamento;

- rispetto dei livelli della pavimentazione finita con le tolleranze di cui alla tabella seguente:
- |   |       |     |    |   |
|---|-------|-----|----|---|
| in generale, rispetto alle quote di progetto                    | $\pm$ | 6   | mm | - |
| planarità della superficie (controllata con staggia da 3 metri) | 10    |     | mm |   |
| differenza di spessore tra 2 masselli adiacenti                 | 2     |     | mm |   |
| in corrispondenza di pozzetti, caditoie, canali di drenaggio    |       | + 6 | mm |   |

Nel prezzo della pavimentazione è incluso l'onere relativo alla formazione di tutti i pezzi speciali che si rendessero necessari per l'adattamento a binari, chiusini, caditoie, orlature, ecc. La lavorazione dei masselli dovrà essere eseguita con idonei paraschegge. Ai fini della liquidazione verrà in ogni caso misurata la sola superficie effettivamente pavimentata, escludendosi pertanto qualsiasi elemento non facente parte del rivestimento stesso, come le rotaie, i chiusini, le bocchette di ispezione, ecc., anche se l'esistenza di detti elementi abbia procurato all'Appaltatore maggiori oneri nella posa in opera.



Studio Associato Barbieri

## *Art. 39 - PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI – CORDOLI*

### 79.1. PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI

#### 79.1.1. Pavimentazione in pietrini di cemento

Sarà formata con il materiale di cui al punto 49.1.2. del presente Capitolato posto su un massetto in conglomerato cementizio previa interposizione di uno strato di malta idraulica o cementizia che costituirà il letto di posa. I pietrini saranno previamente bagnati per immersione. A posa ultimata si procederà alla boiacatura della superficie con cemento puro, onde chiudere le connessioni.

### 79.2. PAVIMENTAZIONI CONTINUE

#### 79.2.1. Pavimentazione in asfalto colato

Sarà costituita da uno strato dello spessore di 20 mm posto in opera sopra una fondazione di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm. Negli spazi carrabili lo strato avrà spessore maggiorato a 25 ÷ 30 mm e sarà posto in opera su analoga fondazione di spessore non inferiore a 15 cm. Alla pavimentazione verrà dato, salvo casi particolari, profilo a falda piana con pendenza del 2,5% verso l'orlatura. L'impasto sarà composto con mastice d'asfalto (47% in massa), bitume (3% in massa) e graniglia o ghiaietto 2/10 mm (50% in massa). La fusione o preparazione del mastice e la miscela dei vari componenti per la formazione del colato saranno eseguite a mezzo di caldaia appositamente attrezzata per una perfetta mescolatura; gli impasti dovranno essere lavorati a temperatura compresa fra 170 e 200 °C. La durata del riscaldamento e della mescolazione non dovrà essere inferiore a 5 ore, salvo preriscaldamento degli aggregati a mezzo di essiccatore a tamburo. Lo strato di asfalto sarà steso ad una temperatura di almeno 160 °C, in unico strato, a mezzo di apposite spatole di legno o altro idoneo sistema. L'intera superficie del manto, immediatamente dopo la stesa, dovrà essere ricoperta di graniglia fine, perfettamente pulita e lavata, di granulometria compresa fra 1 ÷ 3 mm; la superficie inoltre dovrà essere suddivisa in figure geometriche, secondo le disposizioni della Direzione, mediante solcature di larghezza e profondità non superiori a 3 mm.

#### 79.2.2. Pavimentazione in battuto di cemento

Sarà costituita da un unico strato di malta cementizia a 500 kg, dello spessore di 20 mm, posta in opera su massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 o 15 cm per i casi di cui al precedente punto 96.2.1. Prima di stendere la malta la superficie del massetto dovrà essere accuratamente ripulita e lavata con acqua in pressione. Si procederà quindi alla



Studio Associato Barbieri

stesa dell'impasto cementizio, allo spessore prescritto, curando attraverso guide prestabilite la perfetta regolarità della superficie e la pendenza necessaria. La malta verrà poi lisciata, arricchita nella superficie a vista con spolveratura di cemento puro, infine verrà rigata a disegno (quadroni) e bocciardata. A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà essere accuratamente protetta fino al completo indurimento della malta, onde evitare fessurazioni e danni di qualsiasi genere.

### 79.3. CORDOLI

I cordoli saranno collocati in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10 cm; l'alzata, rapportata al piano finito della pavimentazione stradale, non dovrà superare 12 cm. Gli elementi, se non diversamente disposto, saranno di assortimento 25 e verranno posati attestati e spazati di 5 mm; tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 500 kg di cemento, che verrà stilata nella parte a vista.

### *Art. 40 – POSA DI ARREDO URBANO*

Gli arredi saranno posti in opera secondo le indicazioni della ditta produttrice e della Direzione Lavori e come previsto dagli elaborati grafici allegati al progetto Esecutivo, avendo cura di non danneggiare il materiale o parti di esso. Gli elementi d'arredo urbano, realizzati secondo le indicazioni riportate sugli elaborati grafici di progetto e come descritti in Elenco Prezzi, saranno fissati al suolo con apposita barra filettata. I cestini saranno fissati con ancoraggio centrale in barra filettata  $\varnothing$  10 mm con tassellatura a chimico. Le vernici di finitura dovranno essere di tipo atossico in classe E1 (a bassa emissione di formaldeide secondo norma UNI/DIN). Ogni prodotto dovrà essere accompagnato dalle informazioni da utilizzare per la pulizia e per la manutenzione.

### *APPENDICE A – NORME GENERALI DI ESECUZIONE - IMPIANTI VARI – ELETTRICI E DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE*

### *Art. A1 - OPERE PROVVISORIALI - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA*

Tutte le opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, armature, centinature, casseri, puntellature, ecc., dovranno essere progettate e realizzate in modo da garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse che delle opere ad esse relative. Inoltre, ove dette opere dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Appaltatore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre



## Studio Associato Barbieri

alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimane unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà ed alle persone che potessero derivare dalla mancanza o dalla non idonea esecuzione di dette opere. Tali considerazioni si ritengono estese anche ai macchinari e mezzi d'opera. Per i relativi oneri si rimanda ai punti 27.2., 27.3., 27.4. 27.15., 27.17., 27.36. del presente Capitolato.

### *Art. A2 - INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI*

#### A2.0. GENERALITÀ

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a propria cura, tutte le indagini ed i rilievi che la Direzione Lavori riterrà necessari od opportuni al fine di determinare con la dovuta approssimazione la natura e le caratteristiche dei terreni di impianto, nonché la presenza di eventuali discontinuità ed i livelli di acqua. Le indagini ed i rilievi saranno sviluppati con ampiezza diversa a seconda delle caratteristiche strutturali e delle dimensioni dei manufatti, dei carichi da questi esercitati e dalla consistenza dei terreni di fondazione.

#### A2.1. INDAGINI IN SITO

##### A2.1.1. Tipo, tecnica e profondità

Le indagini consisteranno, in generale, in saggi di vario tipo – quali sondaggi, pozzi, trincee o cunicoli di esplorazione – dei quali sarà effettuata una accurata descrizione in base ai criteri geotecnici di identificazione e classifica. La Direzione specificherà o autorizzerà la tecnica di indagine che, per i sondaggi, dovrà comprendere non meno di una verticale ogni 250 mq per le opere con estensione superficiale ed una ogni 250 m per le opere con estensione lineare. La profondità delle indagini sarà misurata a partire dalla quota più bassa che sarà prevedibilmente raggiunta dalla fondazione (per le palificate, a partire dall'estremità inferiore dei pali) e verrà stabilita in rapporto alle considerazioni di cui all'ultimo capoverso del precedente punto A2.0.

##### A2.1.2. Prelievo dei campioni

In rapporto alle condizioni di indagine i campioni potranno essere prelevati in superficie, o mediante scavo di pozzi, o mediante apparecchiature a rotazione (trivellazioni), a percussione, a pressione, ecc. Per ogni sondaggio, si darà luogo al prelievo di campioni ad ogni variazione stratigrafica e, per strati di notevole spessore, a differenze di quota da 3 a 5 m a seconda delle particolari condizioni. I campioni verranno conservati con la massima cautela in idonei contenitori stagni sui quali, con apposita etichetta, verranno indicati: luogo e data del prelievo, numero del campione, quota di prelievo, denominazione del lavoro, del cantiere e della Ditta





Studio Associato Barbieri

appaltatrice. Sugli stessi campioni, che dovranno essere conservati in locali riparati, la Direzione Lavori potrà fare eseguire tutti gli esami di laboratorio che riterrà necessari ed opportuni.

## A2.2. INDAGINI E PROVE – RELAZIONE

Le indagini di laboratorio avranno lo scopo di determinare le proprietà indici per una completa identificazione e classificazione geotecnica dei terreni e le proprietà fisico-meccaniche degli stessi. Le prime potranno determinarsi sia su campioni rimaneggiati, sia su campioni indisturbati; le seconde, solo su campioni indisturbati. Per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni si dovrà ricorrere a *prove in sito* nei casi in cui si presentasse particolarmente difficile il prelievo dei campioni indisturbati (es. sabbie o ghiaie incoerenti, tufi vulcanici incoerenti, torbe e materiale di riporto, argille scagliose, ecc.) oppure allorquando si dovesse verificare il comportamento di strutture di fondazione (es. prove su pali campione). A indagini, prove e rilievi ultimati, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare alla Direzione una esauriente *relazione*, corredata di grafici e moduli riepilogativi, al fine di fornire un quadro sufficientemente chiaro di tutte le caratteristiche generali e particolari del terreno di impianto e di tutte le condizioni che possano influire sul dimensionamento e sulla stabilità delle opere. La relazione sarà firmata da un geologo professionalmente abilitato o da un esperto e dell'Appaltatore.

## ***Art. A3 - AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE***

### A3.0. GENERALITÀ

Il calcolo di progetto o di verifica strutturale delle opere dovrà essere condotto tenendo conto di tutte le azioni che potranno agire sulle stesse. I criteri generali di verifica dovranno comunque rispettare le disposizioni di cui al D.M. 14 settembre 2005 che approva le nuove *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*. In particolare, per le azioni, dovrà farsi riferimento ai Capitoli 3, 4 e 6 di tali norme.

#### A3.0.1. Carichi permanenti

I carichi permanenti agenti sulle opere e costruzioni in genere saranno determinati con analisi dettagliata dei materiali componenti le strutture e le sovrastrutture (con specifica degli spessori e delle masse per unità di volume) e dei sovraccarichi permanenti (effettivi, presuntivi o da ripartizione). Nel caso delle tubazioni, la massa per unità di volume dei materiali costituenti il rinterro dovrà essere assunta non inferiore a 2000 kg/m<sup>3</sup>.



A3.0.2. Sovraccarichi accidentali  
Dovranno essere conformi, per le più comuni strutture, ai valori riportati nella Tabella A1 (comprensivi degli effetti dinamici). I parapetti saranno calcolati in base ad una spinta orizzontale sul corrimano non inferiore a 1,50 kN,

TAB. A - 1 - Carichi di esercizio per costruzioni edilizie

N. STRUTTURE E LOCALI	CARICHI
1 Tetti e terrazze impraticabili - Pensiline	2,00 kN/m <sup>2</sup>
2 Locali per uffici e relativi terrazzi praticabili	3,00 "
3 Locali suscettibili di affollamento	4,00 "
4 Rimesse per autovetture fino a 2,5 tonnellate	2,50 "
5 Locali suscettibili di grande affollamento	5,00 "
6 Balconi, scale e ballatoi	5,00 "
7 Archivi (secondo i casi) - Minimo	6,00 "
8 Locali per centrali idriche (secondo i casi) - Minimo	6,00 "

con maggiorazioni fino a 2,50 kN in casi particolari. Le tubazioni destinate ad essere posate sotto pavimentazione stradale dovranno essere calcolate per sopportare dei sovraccarichi fissi e/o mobili da valutarsi in rapporto alla tipologia di traffico presunto.

#### ***Art. A4 - STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE - MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE***

##### **A4.0. GENERALITÀ**

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere e delle strutture in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo l'approvazione della Direzione Lavori, che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentategli. L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità, l'efficienza e il dimensionamento (anche sotto il profilo idraulico) di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisori, degli scavi liberi ed armati, delle strutture di sostegno rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc., e ciò anche nei riguardi dei manufatti esistenti in prossimità dell'opera in costruzione. In ogni caso, qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore stesso alle caratteristiche costruttive ed ai metodi esecutivi, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione ai sensi del Regolamento, dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio. Ai sensi e per gli effetti dell'art. 2 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, tutti gli elaborati di progetto, come pure le successive modifiche, dovranno essere firmati da un Ingegnere o Architetto, o Geometra o Perito edile, con iscrizione nel relativo albo professionale, nei limiti delle rispettive competenze. Detti elaborati dovranno essere firmati anche dall'Appaltatore.

##### **A4.0.1. Produzione degli elaborati – Direzione tecnica**

Il progetto esecutivo delle strutture (e relativi calcoli di stabilità), se ordinato o per la parte ordinata, dovrà essere prodotto nei termini di tempo prescritti dalla Direzione. In caso di



esecutivi e calcoli integrativi, disposti nel corso dei lavori, nei termini di tempo stabiliti dall'ordine di servizio con il quale detti esecutivi saranno eventualmente disposti. In difetto e senza giustificato motivo validamente riconosciuto dall'Amministrazione, l'Appaltatore sarà passibile di una penale pari all'1/1000 per ogni giorno di ritardo. L'esecuzione delle opere strutturali dovrà avere luogo sotto la direzione di un tecnico, tra quelli elencati al punto A4.0. e sempre nei limiti di competenza, espressamente incaricato dall'Appaltatore. Il nominativo di tale tecnico e il relativo indirizzo dovranno essere preventivamente comunicati all'Amministrazione appaltante.

#### A4.0.2. Responsabilità dell'Appaltatore

L'esame o verifica da parte della Direzione dei calcoli e degli esecutivi presentati non esonera in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad esso derivanti per legge e per precisa pattuizione di contratto, restando espressamente stabilito che malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore rimarrà unico e completo responsabile delle opere eseguite. Pertanto lo stesso dovrà rispondere degli inconvenienti che dovessero verificarsi di qualunque natura ed entità essi potessero risultare e qualunque conseguenza o danno dovessero apportare. Qualora il progetto esecutivo con relativi calcoli fosse già stato redatto a cura dell'Amministrazione l'Appaltatore dovrà sottoporlo all'esame verifica e firma di un tecnico di propria fiducia espressamente incaricato che a tutti gli effetti assumerà la figura del progettista di cui al precedente punto A4.0. Del pari il progetto sarà controfirmato dall'Appaltatore, assumendo tale firma il significato di accettazione degli esecutivi e calcoli presi in esame nonché di assunzione delle responsabilità di cui al precedente capoverso o del presente punto. Con riguardo agli oneri ed alle responsabilità si intende richiamato quanto specificato al punto 29.6. ed all'art. 34 del presente Capitolato.

#### A4.0.3. Denuncia dei lavori

Le opere di che trattasi, fatta eccezione per le strutture in muratura (salvo il caso previsto dall'art. 17 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64), dovranno essere denunciate dall'Appaltatore all'Ufficio del Genio Civile competente per territorio, prima del loro inizio, ai sensi dell'art. 4 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Nella denuncia dovranno essere indicati nominativo dell'Amministrazione appaltante e relativo Direttore dei Lavori; nominativo e recapito del progettista delle strutture, del direttore delle stesse nonché dello stesso Appaltatore. Alla denuncia dovranno essere allegati:

- a) - *Il progetto dell'opera, in duplice copia, firmato come prescritto al punto A4.0., dal quale risultino in modo chiaro ed esauriente le calcolazioni eseguite, l'ubicazione, il tipo, le dimensioni delle strutture e quanto altro occorrerà per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione, sia nei riguardi della conoscenza delle condizioni di sollecitazione.*
- b) - *Una relazione illustrativa, in duplice copia, dalla quale risultino le caratteristiche, le qualità*



## Studio Associato Barbieri

*e le dosature dei materiali che verranno impiegati nella costruzione.*

L'Ufficio del Genio Civile restituirà all'Appaltatore, all'atto stesso della presentazione, una copia del progetto e della relazione con l'attestazione dell'avvenuto deposito; avuti tali documenti l'Appaltatore dovrà depositarli, in originale o in copia autentica, presso l'ufficio istituito in cantiere dalla Direzione Lavori. Anche le varianti che nel corso dei lavori si dovessero introdurre nelle opere previste nel progetto originario, dovranno essere denunciate con la stessa procedura fin qui descritta.

### A4.0.4.Casi di denuncia non dovuta

L'Appaltatore non sarà tenuto ad applicare le disposizioni di cui al precedente punto A4.0.3. nonché quelle di cui al seguente punto A4.0.6. per le opere costruite per conto dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni aventi un Ufficio Tecnico con a capo un ingegnere.

### A4.0.5.Documenti in cantiere – Giornale dei lavori

Nel cantiere, dal giorno di inizio delle opere in cemento armato, fino a quello di ultimazione, dovranno essere conservati gli atti di cui al punto A4.0.3. nonché un apposito *Giornale dei lavori*; il Direttore delle opere (vedi punto A4.0.1.) sarà anche tenuto a visitare periodicamente, e in particolare nelle fasi più importanti dell'esecuzione, detto giornale, annotando le date delle forniture ed i tipi di cemento, la composizione dei conglomerati, il tipo e le partite di acciaio, la data dei getti e dei disarmi, le prove sui materiali, le prove di carico ed ogni altra operazione degna di nota.

### A4.0.6.Relazione a struttura ultimata

A strutture ultimate e salvo non ricorrano i casi di cui al precedente punto A4.0.4, il Direttore delle opere, entro il termine di 60 giorni, depositerà al Genio Civile una *Relazione*, in duplice copia, sull'andamento dei compiti di cui al punto A4.0.3. esponendo:

- a) - I certificati delle opere sui materiali impiegati emessi da laboratori ufficiali.*
- b) - Per le opere in precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi e ai sistemi di messa in coazione.*
- c) - Per gli elementi strutturali prefabbricati prodotti in serie, copia dei "certificati di origine" rilasciati dal o dai produttori.*
- d) - L'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali, firmate per copia conforme.*

A deposito avvenuto, una copia della relazione con relativa attestazione sarà restituita al Direttore delle opere che provvederà a consegnarla al collaudatore delle strutture, unitamente agli atti di progetto. Copia di detta relazione sarà altresì depositata presso l'Ufficio di Direzione.



#### A4.0.7.Collaudo statico

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato o a struttura metallica dovranno essere sottoposte a collaudo statico. Il collaudo dovrà essere eseguito da un ingegnere o da un architetto che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione delle opere. La nomina del collaudatore spetterà all'Amministrazione, la quale preciserà altresì i termini entro i quali dovranno essere completate le operazioni di collaudo. Ove non ricorrano i casi previsti dal precedente punto A4.0.4., l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere il nominativo del collaudatore e a comunicarlo al Genio Civile entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori (fatto salvo il caso di collaudatore statico in corso d'opera). Per il resto si richiamano l'art. 7 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ed il Capitolo 8 delle *"Norme Tecniche"*.

### A4.1. STRUTTURE E OPERE IN FONDAZIONE – CONDOTTE

#### A4.1.1.Studio e progetto delle fondazioni

Effettuate le indagini di cui al precedente art. A2, alle condizioni previste dal precedente punto 29.4, all'Appaltatore potrà essere richiesto di studiare e predisporre il dimensionamento esecutivo delle strutture di fondazione (o parti di esse), ferma restando la facoltà dello stesso di proporre tutti gli accorgimenti ed interventi connessi alla migliore stabilità di tali strutture e delle opere stesse ad esse correlate. Accorgimenti ed interventi (quali modifiche ed integrazioni) che in ogni caso l'Appaltatore potrà proporre a seguito di verifiche effettuate anche di propria iniziativa, in autotutela, in connessione e in rapporto alle responsabilità assunte con il contratto e a norma del Codice civile. Il tutto nel rispetto delle *"Norme tecniche per le costruzioni"* approvate con il D.M. 14 settembre 2005, già citato per il relativo capitolo al precedente punto A3.0.

#### A4.1.2.Stabilità e cedimenti del terreno di fondazione

La stabilità del terreno sotto l'azione delle forze trasmesse dalla fondazione dovrà essere verificata secondo i metodi ed i procedimenti della meccanica dei terreni (Geotecnica), tenendo conto dei risultati acquisiti con le indagini svolte. Dovrà pertanto essere determinato il carico limite del complesso terreno-fondazione (carico oltre il quale il diagramma cedimenti-carichi presenta un andamento quasi parallelo all'asse dei cedimenti) e porre in essere le verifiche agli stati limiti di cui ai punti 7.2.5.1 (SLU) e 7.2.5.3 (SLE) delle *"Norme Tecniche"*. Nel caso in cui la fondazione dovesse comportare muri di sostegno o fronti di scavo libero a carattere definitivo, dovranno essere eseguite le relative verifiche di stabilità globale. Il *calcolo dei cedimenti* (assoluti o differenziali), del piano di appoggio della fondazione, conseguenti alle deformazioni del terreno per effetto dei carichi ad esso trasmessi, dovrà essere eseguito qualora si fosse accertata la presenza di strati molto compressibili, inoltre quando fossero imposti determinati limiti ai cedimenti in dipendenza della funzione alla quale l'opera è destinata. Il calcolo dei cedimenti



## Studio Associato Barbieri

verrà svolto secondo i metodi e i procedimenti della Geotecnica.

### A4.1.3. Stabilità e resistenza delle condotte

Il calcolo statico delle tubazioni costituenti le condotte dovrà essere eseguito considerando le massime sollecitazioni cui saranno sottoposte le pareti dei manufatti nelle condizioni più onerose di esercizio e di prova. Le sollecitazioni dovute alla pressione interna (o depressione), alle variazioni termiche, al carico dinamico dell'acqua ed al peso proprio saranno determinate con i metodi ordinari della scienza delle costruzioni. In particolare, per le condotte metalliche in pressione, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma UNI 1285. La stabilità delle condotte sotto l'azione dei carichi dovuti al rinterro e dei sovraccarichi esterni dovrà essere verificata con l'osservanza dei principi generali di calcolo dei carichi ovalizzanti. Per i tubi rigidi e semirigidi potrà farsi particolare riferimento alla seguente norma di unificazione (quand'anche ritirata):

UNI 7517 - Guida alla scelta della classe dei tubi per condotte di fibro-cemento sottoposte a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna.

Per i tubi in ghisa sferoidale (GS) si farà riferimento al progetto di norme americane ANSI/AWWA C 151 A/21.51.81. «Thickness design ductile iron pipe» ed all'Appendice F della norma UNI EN 545. Per i tubi flessibili alle equazioni di Marston, Spangler, Luscher e Hoeg o equazioni equivalenti (v. comunque la normativa citata nei punti che trattano della posa in opera dei diversi tipi di tubazione).

La verifica contro i pericoli di schiacciamento dovrà sempre venire effettuata, qualunque fosse il materiale costituente la condotta, per i tubi di grande diametro e/o rapporti diametro/spessore sensibilmente elevati.

### A4.2. STRUTTURE E OPERE IN ELEVAZIONE – IMPIANTI

#### A4.2.1. Studio e progetto delle strutture

Presa cognizione di tutti i fattori di sollecitazione interni ed esterni che influiscono sulle opere, analogamente a quanto effettuato per le fondazioni, all'Appaltatore potrà essere richiesto di studiare e predisporre il calcolo e il dimensionamento esecutivo di tutte le strutture in elevazione (o parti di esse), alle prime strettamente correlate ed unitamente alle quali costituiranno un unico progetto strutturale da sottoporre all'approvazione della Direzione dei lavori e, successivamente, degli Organi preposti per legge o regolamento. Qualora il progetto fosse già corredato di calcoli ed esecutivi di dimensionamento strutturale l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguirne la relativa verifica proponendone, se del caso, le relative varianti e sottoponendoli alla propria firma e a quella di un Ingegnere o Architetto di propria fiducia. Dovranno comunque essere rispettate, in ordine ai tempi di emanazione, le norme tecniche di cui ai Decreti previsti all'art. 1 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.



## Studio Associato Barbieri

### A4.2.2. Studio e progetto degli impianti

Tutti gli impianti (o parti di essi) da installare nelle opere in appalto, ove non sviluppati in esecutivo e ove esplicitamente richiesto dalla Direzione dei lavori, dovranno essere adeguatamente calcolati a cura dell'Appaltatore e tradotti in esecutivi particolareggiati da sottoporre all'approvazione della stessa Direzione. I calcoli dovranno essere condotti nel rispetto della normativa vigente per i rispettivi settori, e unitamente agli esecutivi, saranno corredati da visti, nulla osta o licenze eventualmente previsti da leggi o regolamenti. All'Appaltatore competerà in ogni caso il diritto alla verifica degli esecutivi da realizzare, quand'anche approntati dall'Amministrazione, e l'onere della controfirma di accettazione e della firma del proprio tecnico. L'Appaltatore dovrà predisporre nelle murature tutti i necessari fori, incavi, ecc. per il passaggio di tubi e canalizzazioni di qualsiasi genere, e ciò anche nel caso che gli impianti, in tutto o in parte, fossero scorporati. In questo caso l'Appaltatore dovrà richiedere per iscritto tempestivamente alla Direzione Lavori l'ubicazione di ogni passaggio ed alloggiamento restando obbligato, in difetto, oltre che ad effettuare in ogni caso tali lavori, a provvedere a propria cura e spese alla riparazione di tutti i danni che da tale negligenza potessero derivare.

### A4.2.3. Garanzia degli impianti

Ferme restando per le opere le garanzie generali previste dal Codice Civile, nel caso di impianti di particolare tecnologia (impianti di automatizzazione delle reti, telecomando, ecc.) sarà richiesta una specifica garanzia per gli stessi.

## **Art. A5 - OPERE DI FOGNATURA**

### A5.0. GENERALITÀ

#### A5.0.1. Osservanza del Capitolato e delle norme e disposizioni ufficiali

Le opere di fognatura dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e di contratto nonché con l'osservanza delle disposizioni e prescrizioni ufficiali e vigenti all'atto dell'esecuzione e delle norme di regolamento locale. Dovranno comunque essere rispettate le *"Norme Tecniche relative alle Tubazioni"* emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative *"Istruzioni"* diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. Sarà tenuto conto in particolare delle *"Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione"* di cui all'Allegato 4 della Delibera 4 febbraio 1977 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento, nonché del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, avente per oggetto le *"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/ CEE concernente il*



*trattamento delle acque reflue urbane...*” e riportante, nell’Allegato 5, i *“Limiti di emissione degli scarichi idrici”* (con le modifiche di cui al D.Lgs. n. 258/2000). Il tutto comunque, per quanto non modificato o diversamente disciplinato dal Titolo III, parte 3<sup>a</sup>, del D.Lgs. 3 aprile 2006, che ha emanato le nuove *“Norme in materia ambientale”* <sup>(12)</sup>. Saranno a carico dell’Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con le Autorità locali (per le pratiche di allacciamento, per le autorizzazioni, ecc. nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure saranno a carico dello stesso l’assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti e in genere gli oneri previsti ai punti 27.11. e 27.18. del presente Capitolato.

## **Art. A6 - OPERE STRADALI**

### **A6.0. GENERALITÀ**

#### **A6.0.1. Elementi integrativi**

Le opere stradali oggetto del presente capitolato dovranno essere realizzate nel rispetto delle previsioni progettuali e delle prescrizioni particolari che la Direzione Lavori potrà fornire all’atto esecutivo. Sarà dato comunque carico all’Appaltatore di definire, facendone oggetto di precisa proposta, tutti quegli elementi caratteristici che non risultassero dal progetto o che nello stesso non si trovassero sufficientemente sviluppati o evidenziati, il tutto evidentemente nel rispetto della normativa vigente ed in particolare delle *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”* emanate con D. Min. Infrastrutture e Trasporti del 5 novembre 2001, n. 6792 (G.U. n. 3/2002, S.O.) come modificato e integrato con D.M.I.T. 22 aprile 2004 (G.U. n. 147/2004), delle *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”* approvate con D.M. Infrastrutture e Trasporti del 19 aprile 2006 (G.U. n. 170/2006) e, per quanto non in contrasto con le disposizioni sopra riportate, delle norme CNR UNI 10007. In questo caso saranno tenute presenti le prescrizioni generali e particolari di cui ai punti che seguono.

#### **A6.0.2. Definizioni**

Ai fini della presente normativa, i termini riguardanti le strade urbane ed extraurbane e gli

**TAB. A - 2 - Strade urbane ed extraurbane. Termini e definizioni**

TERMINE	DEFINIZIONI
Sede stradale	Piano formato dalle carreggiate, dalle banchine, dai marciapiedi e dalle piste specializzate (superficie tra i confini stradali)
Carreggiata	Parte della strada normalmente destinata alla circolazione veicolare
Corsia	Parte della carreggiata avente larghezza sufficiente per la circolazione o la sosta di una fila di veicoli
Spartitraffico	Banchina (rialzata o meno) avente funzione di realizzare la separazione fisica delle correnti di traffico
Fasce di pertinenza	Spazi marginali alla carreggiata, compresi tra questa e il confine della proprietà privata, destinati a elementi funzionali complementari e accessori





Studio Associato Barbieri

elementi compositivi delle stesse avranno i significati di cui alla presente tabella:

## **Art. A7 - OPERE D'ARTE**

### **A7.0. GENERALITÀ**

Tutte le opere d'arte comunque interessanti il corpo stradale dovranno essere progettate, verificate e realizzate nel rispetto delle *"Norme Tecniche per le Costruzioni"* approvate con D.M. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005; questo per quanto attiene al calcolo e al dimensionamento delle strutture e dei manufatti, allo studio delle interrelazioni con i terreni, all'impiego dei materiali e ai procedimenti costruttivi in adempimento alle disposizioni generali emanate con Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per le zone considerate sismiche, le precedenti norme dovranno essere integrate con quanto stabilito dalle disposizioni sulle costruzioni in zone sismiche di cui all'art. 3 della Legge 2 febbraio 1974, n. 64.

### **A7.1. OPERE DI RACCOLTA E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE**

Per regolarizzare, raccogliere e convogliare le acque pluviali e superficiali in genere correnti sulla piattaforma stradale o che potranno raggiungere il corpo stradale o che ancora defluiscono in impluvi dallo stesso attraversati, saranno costruiti, nei punti indicati dalla planimetria o dal profilo longitudinale e dovunque si renderanno necessari all'atto esecutivo, cunette, drenaggi, fossi di guardia, tombini, ecc. conformi ai tipi riportati nei grafici o diversamente indicati, salvo sempre la facoltà della Direzione Lavori di apportare in corso d'opera, ove necessario od opportuno, modifiche oltretutto alla ubicazione ed al numero delle opere stesse, anche ai detti tipi ed al relativo dimensionamento, o di prescrivere l'adeguamento alle norme CNR-UNI 10007.

#### **A7.1.1. Cunette di piattaforma**

Saranno di norma poste in trincea, ai bordi della piattaforma in corrispondenza del piede della scarpata, e potranno essere rivestite o meno (in muratura, conglomerato cementizio) secondo le indicazioni di progetto. In nessun caso però dovranno essere realizzate a scapito della larghezza necessaria per le banchine.

#### **A7.1.2. Drenaggio del cassonetto**

Nel caso di terreni particolarmente suscettibili all'acqua, specie se in presenza di pendenze modeste e con pavimentazioni parzialmente permeabili, sarà opportuno disporre attraverso la banchina, in obliquio al di sotto di questa, piccoli drenaggi capaci di evitare nel cassonetto



ristagni d'acqua provenienti da infiltrazioni superficiali. Ove occorresse un vero e proprio risanamento del terreno di impianto del cassonetto, si ricorrerà ad un più esteso sistema di drenaggi così come in particolare riportato al punto 4 delle norme CNR-UNI precedentemente citate.

#### A7.1.3. Fossi di guardia

Se non particolarmente previsti in progetto potranno comunque essere richiesti per la protezione del corpo stradale dalle acque di ruscellamento tanto immediatamente a monte del rilevato (per la protezione del piede) quanto della trincea (per la protezione del ciglio). Di norma i fossi di guardia avranno sezione trapezia, con larghezza minima del fondo di 40 cm e profondità di pari misura; la scarpa delle pareti sarà di 1:1 salvo migliore adattamento alla consistenza del terreno. La distanza fra il ciglio dei fossi di guardia e l'unghia dei rilevati o il ciglio delle scarpate in trincea dovrà essere non minore di 1,00 m. Per il resto valgono le prescrizioni di cui al precedente punto A7.1.1. Quando per la natura dei terreni si abbiano a temere infiltrazioni che possano compromettere la stabilità delle scarpate in trincea o, eccezionalmente, dal terreno di appoggio dei rilevati, e comunque se prescritto, i fossi di guardia dovranno essere rivestiti.

#### A7.1.4. Scivoli e pozzetti

Qualora il corpo stradale in trincea (con sezione a tutto sterro o a mezza costa) dovesse incontrare o interrompere uno scolo d'acqua che non fosse possibile deviare, ovvero un impluvio di una certa importanza, sarà necessario convogliare le acque in apposita opera, denominata *scivolo*, anche al fine di preservare la scarpata. Lo scivolo sarà scavato lungo il massimo pendio della scarpata a monte e, salvo casi eccezionali di roccia particolarmente salda, dovrà essere rivestito in muratura di pietrame duro o in conglomerato cementizio. Gli scivoli avranno sezione rettangolare o anche trapezia o semicircolare. Le dimensioni dovranno essere commisurate alla portata, ma di norma il fondo avrà larghezza di 0,60 ÷ 0,80 m. Gli scivoli scaricheranno in cunetta solo eccezionalmente; in tal caso il piede dovrà essere sensibilmente arretrato e la cunetta sistemata in modo da evitare che le acque convogliate debordino in banchina. Di norma comunque in prosecuzione degli scivoli saranno disposte opere di attraversamento del corpo stradale il cui imbocco dovrà essere sistemato a pozzetto. I pozzetti avranno dimensioni interne non inferiori a 0,90 x 1,20 m, pareti rivestite in muratura o conglomerato cementizio (spessore non inferiore a 30 cm) e fondo a quota non inferiore a quello dell'opera di attraversamento ed opportunamente conformato onde facilitare l'azione meccanica di espurgo.



#### A7.1.5. Tombini

Così denominate le opere di attraversamento del corpo stradale (generalmente in rilevato) di luce non maggiore di 1,50 m, potranno essere di tipo *tubolare* (con sagoma circolare od ovoidale), *ad arco* (a pieno centro o ribassato) *a piattabanda* e *scatolari* (a sezione quadrata o rettangolare). Per qualunque tipo comunque l'area della sezione libera e la pendenza (non minore dell'1,0%) dovranno essere verificate con criteri idraulici. I tombini dovranno sempre essere verificabili per manutenzione ed ispezione e pertanto la minima dimensione interna non dovrà essere minore di 0,80 m (eccezionalmente 0,60 m). L'interdistanza non dovrà superare di norma la misura di 200 m. Per i tombini non realizzati sottargine, ma a piano strada, dovrà essere interposto fra il loro estradosso e la sovrastruttura stradale uno strato di materiale arido di riporto, costipato, di spessore almeno pari a quello della sovrastruttura; questo allo scopo di evitare alla stessa eventuali deformazioni. In terreni cedibili si dovranno evitare, allo sbocco, salti d'acqua; qualora poi la configurazione del terreno lo richiedesse, occorrerà proteggere, con rivestimento, il tratto di scarico immediatamente a valle dell'opera d'arte.

#### A7.1.6. Opere minori di attraversamento

Per le prescrizioni generali relative a tali tipi di opere (*ponticelli*), per il relativo dimensionamento e per i particolari esecutivi e di dettaglio si rimanda, ove non diversamente disposto, alle indicazioni e prescrizioni di cui al punto 3 delle norme CNR-UNI 10007.

#### A7.1.7. Opere di difesa dalle acque sotterranee e di percolamento

La protezione del corpo stradale e delle sue pertinenze dalle acque sotterranee (di falda, di percolamento o risalenti per capillarità) sarà realizzata secondo le indicazioni di progetto tenendo in particolar modo presenti le prescrizioni generali di cui al punto 4. delle norme CNR-UNI 10007. Tale protezione dovrà comunque essere particolarmente curata: ove pertanto il progetto fornisca solo delle indicazioni di massima o non fornisca alcuna indicazione, l'Appaltatore sarà in ogni caso tenuto a prendere in considerazione il problema, prospettando alla Direzione le opportune soluzioni. In difetto, sarà ritenuto responsabile dei danni che la mancanza di idonee opere di difesa potrà arrecare al corpo stradale.

### **Art. A8 - SOVRASTRUTTURA STRADALE**

Sarà quella prevista in progetto e definita dal calcolo di dimensionamento degli strati, calcoli che l'Appaltatore, a norma di quanto in generale prescritto al precedente art. A4.0, sarà tenuto a verificare. Essa poggerà sullo strato di sottofondo opportunamente regolarizzato e sottoposto a controllo di portanza.

In linea di massima la sovrastruttura stradale sarà costituita di:

- uno strato di fondazione (o primo strato di fondazione)



## Studio Associato Barbieri

- uno strato di base (o secondo strato di fondazione)
- uno strato di pavimentazione o manto (strato di collegamento + strato di usura)

Nelle *sovrastutture flessibili* lo strato di fondazione potrà essere costituito in misto granulometrico, in materiale tout-venant, ovvero in ossatura a scapoli di pietrame. Lo strato di base potrà essere realizzato in macadam ordinario, in misto granulometrico, in materiali tout-venant ovvero in misto bitumato. Nelle *sovrastutture rigide* lo strato di fondazione sarà in linea preferenziale realizzato con misto granulare o tout-venant. Lo strato di base sarà costituito di misto cementato, o conglomerato cementizio in lastre. A giudizio della Direzione Lavori vi potranno essere variazioni sia negli spessori degli strati (in rapporto alla verifica di portanza del sottofondo) sia nel tipo degli strati, cioè nei materiali previsti per la loro costituzione (in relazione alla più conveniente utilizzazione dei materiali locali). Dovrà comunque essere assicurato un efficace smaltimento delle acque meteoriche.

### **Art. A9 - IMPIANTI ELETTRICI IN GENERALE**

#### **A9.0. GENERALITÀ**

##### **A9.0.1. Osservanza delle disposizioni e norme ufficiali – Norme CEI**

Nella progettazione (se richiesta o dovuta) e nella realizzazione degli impianti elettrici, l'Appaltatore dovrà attenersi a tutte le disposizioni emanate e vigenti all'atto dell'esecuzione, quali leggi, decreti, regolamenti, circolari, ecc. In particolare dovranno essere osservate le disposizioni di cui al D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 (Titolo VII), alla Legge 1 marzo 1968, n. 186, alla Legge n. 46/90 e relativo Regolamento di esecuzione (ove applicabile), nonché le norme emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e dal Comitato Elettronico Italiano (C.E.I.) e le Tabelle pubblicate dall'Ente di Unificazione Dimensionale Elettrica (UNEL). Saranno altresì ritenute valide le norme armonizzate del CENELEC, le norme recepite dal CEI in sede europea sotto la sigla di CEI-EN e le norme UNI e UNI-CEI. Dovranno ancora essere rispettate tutte le prescrizioni dettate dai competenti Comandi dei VV.FF., dall'I.S.P.E.S.L. e dagli Enti distributori (Enel o altri Enti, Società o Aziende), per le rispettive competenze. Saranno a carico dell'Appaltatore tutti gli adempimenti, gli oneri e le spese derivanti dai rapporti con detti Enti o Autorità (per l'espletamento di qualsiasi pratica, per la richiesta di autorizzazioni, ecc., nonché per le visite ed i controlli eventualmente disposti) come pure sarà a carico dello stesso l'assunzione di tutte le informazioni relative a detti adempimenti. Di conseguenza nessuna variazione potrà essere apportata al prezzo dell'appalto qualora, in difetto, l'Appaltatore fosse obbligato ad eseguire modifiche o maggiori lavori. Tale precisazione valendo comunque per le opere e gli impianti valutati a corpo, restando obbligato lo stesso ad eseguire lavori, se prescritti, anche non espressamente previsti in contratto o diversamente previsti. Ferma restando, per l'Appaltatore, la responsabilità per l'eventuale danno ascrivibile a difetto di



informazione.

#### A9.0.2. Materiali e apparecchi

I materiali e gli apparecchi da impiegare negli impianti in argomento dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio. Dovranno inoltre essere rispondenti alle relative norme CEI, CEI EN, CENELEC e tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste, per detti materiali e apparecchi, e relative prestazioni, risultassero pubblicate e vigenti. La rispondenza dei materiali e degli apparecchi alle prescrizioni di tali norme e tabelle dovrà essere attestata, per i materiali e per gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (I.M.Q.) o del CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano) o ancora dell'IENGF (Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris). La presenza della marcatura "CE", in rapporto al tipo di prodotto, rappresenterà inoltre l'osservanza delle disposizioni del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (che attua la direttiva 89/106/CEE), del D.Lgs. n. 615/96 (che recepisce la direttiva EMC riguardante la compatibilità elettromagnetica) e del D.Lgs. n. 626/96 (che attua la direttiva 93/68/CEE in materia riguardante il materiale destinato agli impianti in bassa tensione).

#### A9.0.3. Campionatura

Unitamente alla presentazione del progetto l'Appaltatore sarà tenuto a produrre e a depositare, negli appositi locali all'uopo designati, la campionatura completa dei materiali e degli apparecchi componenti l'impianto e da installare, compresi i relativi accessori, per la preventiva accettazione da parte della Direzione Lavori e per i controlli che dalla stessa saranno ritenuti opportuni. Resta stabilito comunque che l'accettazione dei campioni non pregiudica in alcun modo i diritti che l'Amministrazione appaltante si riserva in sede di collaudo, restando obbligato in ogni caso l'Appaltatore a sostituire, anche integralmente, tutti i materiali e le apparecchiature che, ancorché in opera, risultassero difettosi o comunque non idonei o non corrispondenti ai campioni.

#### A9.0.4. Verifica provvisoria e consegna degli impianti

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte dell'Amministrazione appaltante, questa avrà la facoltà di prendere in consegna gli impianti anche se il collaudo definitivo non avesse ancora avuto luogo. In tal caso però la presa in consegna degli impianti dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi, effettuata con esito favorevole, che verrà opportunamente verbalizzata. L'Amministrazione appaltante, e per essa la Direzione Lavori, potrà in ogni caso procedere a verifiche provvisorie, prima e dopo l'ultimazione dei lavori, e ciò ancor quando non fosse richiesta la consegna anticipata. La verifica o le verifiche



## Studio Associato Barbieri

provvisorie accerteranno la corrispondenza dei materiali e degli apparecchi impiegati ai campioni regolarmente accettati e depositati, le condizioni di posa e di funzionamento, il rispetto delle vigenti norme di legge per la prevenzione infortuni ed in particolare:

- la scelta dei conduttori con riferimento alla portata ed alla caduta di tensione;
- la scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- lo stato di isolamento dei circuiti;
- il grado di isolamento e la sezione dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- l'efficienza delle prese di terra.

### A9.0.5. Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti alle condizioni del progetto approvato, alle specifiche del presente Capitolato ed alle disposizioni, anche in variante, eventualmente impartite dalla Direzione Lavori. Nel collaudo definitivo dovranno ripetersi gli accertamenti di cui al precedente punto A10.0.4. ed inoltre dovrà procedersi alle seguenti verifiche:

- verifica della sfilabilità dei cavi;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione e di quelli equipotenziali;
- misura della resistenza di isolamento dell'impianto;
- verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro le tensioni di contatto;
- prove di funzionamento e verifica delle cadute di tensione.

Per le prove di funzionamento e rendimento delle apparecchiature e degli impianti il collaudatore dovrà previamente verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (tensione, frequenza e potenza disponibile), siano conformi a quelle di previsione ed in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti. Qualora le dette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate, per un periodo comunque non superiore a 15 giorni.

### A9.0.6. Garanzia degli impianti

L'Appaltatore avrà l'obbligo di garantire gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia ancora per il regolare funzionamento, fino a quando il Certificato di collaudo non avrà assunto valore definitivo. Pertanto, fino alla scadenza di tale periodo, l'Appaltatore dovrà riparare, tempestivamente ed a proprie spese, tutti i guasti e le imperfezioni che dovessero verificarsi negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto



di montaggio o di funzionamento, esclusa solamente la riparazione dei danni attribuibili all'ordinario esercizio. Come garanzia specifica viene stabilito che la polizza fidejussoria rilasciata a copertura della rata di saldo anticipatamente svincolata sarà incrementata, in valore, del 5% del prezzo attribuito agli impianti.

## ***Art. A10 - IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE – REQUISITI ELETTRICI***

### **A10.0. GENERALITÀ E DEFINIZIONI**

#### **A10.0.1. Generalità**

Gli impianti elettrici riguardanti la pubblica illuminazione dovranno essere realizzati con la generale osservanza di tutte le norme CEI e/o CEI EN ad essi relativi ed applicabili e, in particolare, con il rispetto delle seguenti norme:

CEI 64-7-Impianti elettrici di illuminazione pubblica.

Inoltre, qualora il progetto preveda la posa in opera di linee elettriche esterne o di linee in cavo, o entrambi, con il rispetto delle seguenti ulteriori norme:

CEI 11-4 - Esecuzione delle linee aeree esterne.

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo (con Variante VI).

#### **A10.0.2. Definizioni**

Ai fini di quanto successivamente riportato in termini di prescrizioni si adottano, in conformità alle CEI sopra richiamate, le seguenti definizioni:

- *Impianto in derivazione*: Impianto in cui i centri luminosi sono derivati dalla linea di alimentazione e risultano in parallelo tra loro
- *Impianto di Gruppo A*: Impianto alimentato a bassissima tensione di sicurezza e rispondente alle prescrizioni di cui al punto 411.1 della Norma CEI 64-8.
- *Impianto di Gruppo B*: Impianto in derivazione con tensione nominale non superiore a 1000 V corrente alternata e 1500 V corrente continua, esclusi gli impianti di Gruppo A.
- *Impianto di Gruppo D*: Impianto in derivazione con tensione nominale da oltre 1000 V fino a 6000 V, a corrente alternata.

La classificazione degli impianti sarà effettuata con riferimento alla tensione nominale del sistema elettrico di alimentazione.



### A10.0.3 Circuito di alimentazione

È il complesso delle condutture elettriche destinate all'alimentazione dei centri luminosi, a partire dai centri di uscita di un singolo dispositivo di manovra e protezione per gli impianti di derivazione, dai morsetti di uscita dell'apparecchiatura di regolazione per gli impianti in serie, fino ai morsetti di ingresso dei centri luminosi.

## A10.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MISURE DI SICUREZZA E PROTEZIONE

### A10.1.1. Resistenza di isolamento verso terra

Ogni impianto di illuminazione, al momento della verifica iniziale, dovrà presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:

- $0,25 \text{ M}\Omega$  per gli impianti di Gruppo A
- $2 U_0 / (L + N) \text{ M}\Omega$  per gli impianti di Gruppo B e D

Fattore di potenza

Salvo diversa prescrizione, il fattore di potenza dell'impianto, non tenendo conto del transito di accensione, non dovrà essere inferiore a 0,9.

### A10.1.2. Sezionamento e interruzione

All'inizio di ogni impianto di Gruppo A e B dovrà essere installato un interruttore onnipolare avente anche le caratteristiche di sezionatore (si applicano le prescrizioni di cui al Cap. 46 della norma CEI 64-8). In ogni impianto di Gruppo D dovrà essere installato un sezionatore onnipolare generale ed un sistema o dispositivo che consenta l'interruzione simultanea di tutti i carichi; inoltre ogni circuito di alimentazione dovrà essere dotato di un sezionatore onnipolare.

### A10.1.3. Protezione dei trasformatori di sicurezza e d'isolamento

I trasformatori di sicurezza ed i trasformatori d'isolamento dovranno risultare protetti contro il cortocircuito.

### A10.1.4. Protezione contro i contatti indiretti

Tutte le masse degli impianti dei Gruppi B e D dovranno essere protette contro i contatti indiretti; la protezione sarà effettuata secondo le modalità indicate al punto 3.3.7 della norma CEI 64-7. Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione, purché:

- Tali parti risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.);
- le stesse parti vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori nudi di





sospensione. Nel caso di impianti di pubblica illuminazione installati su sostegni di linee elettriche aeree adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti si applicano solo ai predetti impianti.

#### A10.1.5. Protezione contro i contatti diretti

Tutti gli impianti, compresi quelli del Gruppo A, dovranno essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione. Inoltre, per gli impianti del gruppo D i cavi a disponibilità manuale dovranno essere provvisti di un rivestimento continuo metallico messo a terra; analoga protezione, in condizioni simili, dovrà essere prevista per le apparecchiature.

Protezione contro i fulmini

La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria. Nel caso di sostegni di notevole altezza (torri-faro) si farà riferimento alle norme della serie CEI EN 62305.

#### A10.1.6. Caduta di tensione nel circuito di alimentazione

Salvo diversa specifica, la caduta di tensione nel circuito di alimentazione degli impianti in derivazione indipendenti, non tenendo conto del transito di accensione delle lampade, in condizioni regolari di esercizio non dovrà superare il 5%.

#### A10.1.7. Distribuzione dei carichi nei circuiti di alimentazione trifasi

Nei circuiti di alimentazione trifasi, i centri luminosi dovranno essere derivati ciclicamente dalle varie fasi, in modo da ridurre al minimo gli squilibri di corrente lungo la rete.

#### A10.1.8. Protezione contro le correnti di cortocircuito

In questo tipo di impianti, compresi quelli di gruppo D, la protezione contro le correnti di cortocircuito sarà effettuata secondo i criteri della Sez. 434 della norma CEI 64-8. Tale protezione tuttavia non è richiesta per la derivazione che alimenta anche più centri luminosi installati sullo stesso sostegno quanto tale derivazione sia realizzata in modo da:

- ridurre al minimo il pericolo di cortocircuito con adeguati provvedimenti contro le influenze esterne;
- non causare, anche in caso di guasto, pericoli per le persone o danni all'ambiente.

A10.1.9. Protezione contro i sovraccarichi Gli impianti in derivazione si considerano non soggetti a sovraccarichi.

#### A10.1.10. Protezione contro i contatti indiretti in impianti di Gruppo B

La protezione dovrà essere effettuata secondo uno dei seguenti sistemi:

a) - *Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente,*



## Studio Associato Barbieri

secondo l'art. 413.2 della norma CEI 64-8.

b) - *Protezione per separazione elettrica*, osservando quanto indicato nella Sez. 413.5 della norma CEI 64-8.

c) - *Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TT*, osservando quanto indicato nella Sez. 413.1.4 della norma 64-8 con la seguente variante: le masse da proteggere potranno essere messe a terra utilizzando anche dispersori indipendenti, purché le masse stesse non siano simultaneamente accessibili e purché per soddisfare la relazione  $R_a I_a \leq 50$  venga considerato il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori.

d) - *Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TN (con propria cabina di alimentazione)*, osservando quanto indicato nella Sez. 413.1.3 della norma CEI 64-8.

Tempo di eliminazione del guasto (s)	Tensione (V)
$\geq 2$	50
1	70
0,8	80
0,7	85
0,6	125
$\geq 0,5$	160

### A10.1.11. Protezione contro i contatti indiretti per gli impianti di Gruppo D

In questi tipi di impianti le masse da proteggere dovranno essere collegate ad un impianto di terra mediante apposito conduttore di protezione. Tale impianto dovrà essere dimensionato in modo che, con il più elevato valore della corrente di guasto a terra, non si verifichino nell'area da proteggere, tensioni di contatto o tensioni di passo superiori ai valori riportati nella tabella a fianco.

La verifica delle tensioni di contatto e di passo non è necessaria quando la tensione totale di terra dell'impianto non supera di oltre il 20% i valori prescritti per le tensioni di contatto di passo.

## A10.2. MATERIALI E APPARECCHI

### A10.2.0. Generalità

Per la scelta dei componenti, del grado di protezione contro la penetrazione dei corpi solidi e liquidi e per il livello di isolamento verso terra si rimanda a quanto particolarmente prescritto sugli argomenti nel capitolo che tratta delle norme di accettazione dei materiali. In particolare i componenti elettrici degli impianti di Gruppo B dovranno essere scelti secondo quanto indicato all'art. 133 della norma CEI 64-8. Le parti accessibili da terzi (altezza  $< 3,00$  m) degli apparecchi e degli involucri contenenti componenti elettrici, dovranno avere protezione almeno pari a IP 43; per i componenti interrati e gli apparecchi da incassare nel terreno il grado minimo sarà IP 67. Il vano ausiliari elettrici degli apparecchi e le parti non accessibili da terzi degli involucri contenenti componenti elettrici, se posti in posizione non accessibile ( $h \geq 3,00$  m), dovranno avere gradi di protezione almeno pari a: IP 23, per impianti su strade veicolari; IP 43, per impianti di arredo urbano; IP 55, per impianti in galleria; IP 55, per impianti sportivi (IP



## Studio Associato Barbieri

44 se con vano ausiliari separato). Il vano ottico degli apparecchi di illuminazione dovrà avere grado di protezione almeno pari a: IP 44, per impianti su strade veicolari; IP 44, per impianti di arredo urbano (IP 43 per apparecchi tipo "lanterna"); IP65, per impianti in galleria; IP 55 per impianti sportivi.

### A10.2.1. Dispersori di terra

I dispersori dovranno essere per materiale, dimensioni minime e collocazione, rispondenti alle prescrizioni di cui alla norma CEI 64-8 per gli impianti del Gruppo B ed alla norma CEI 11-8 per gli impianti del Gruppo D.

## A10.3.CONDUTTURE

### A10.3.0. Sezione minime dei cavi

I conduttori di fase e di neutro dei cavi non dovranno avere sezione inferiore a quanto indicato all'art. 524 della norma CEI 64-8.

### A10.3.1. Portata di corrente

La portata di corrente, non tenendo conto dei transitori di accensione, in condizioni regolari di esercizio, dovrà essere tale da non superare le portate stabilite nelle vigenti tabelle CEI-UNEL in relazione alla sezione, al tipo di cavo e alle condizioni di posa.

### A10.3.2. Sezione minime dei conduttori di terra e di protezione

Negli impianti del Gruppo B la sezione dei conduttori di terra e di protezione non dovrà essere inferiore a quella rispettivamente indicata nelle Sezz. 542.3 e 543.1 della norma CEI 64-8.

Negli impianti del Gruppo D la sezione minima dei conduttori di terra non dovrà essere inferiore a quella indicata nell'art. 2.3.3 della norma CEI 11-8.

### A10.3.3. Identificazione delle anime dei cavi

L'identificazione delle anime dei cavi multipolari sotto guaina unica e dei conduttori di protezione si dovrà effettuare secondo le prescrizioni della tabella CEI UNEL 00722.



Studio Associato Barbieri

#### A10.4.DISTANZIAMENTO E ALTEZZE MINIME

##### A10.4.0. Distanziamento dai limiti della carreggiata e della sede stradale

La distanza dei sostegni e di ogni parte dell'impianto dai limiti della carreggiata dovrà essere tale da non creare interferenze con la circolazione stradale e intralcio od impedimento a persone disabili.

##### A10.4.1. Altezze minime sulla carreggiata

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte dell'impianto dovrà essere non inferiore a 6,00 m. Altezze inferiori potranno essere adottate in casi particolari previa competente autorizzazione.

##### A10.4.2. Distanze dai conduttori di linee elettriche esterne

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche esterne non dovranno essere inferiori a:

- a) - 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e 1 (tale distanziamento potrà essere ridotto a 0,5 m per linee in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato).
- b) -  $(3 + 0,015 U)$  m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV (il distanziamento potrà essere ridotto a  $(1 + 0,015 U)$  per le linee in cavo aereo e, su autorizzazione competente, anche per le linee con conduttori nudi).



## Studio Associato Barbieri

**TAB. A - 6 - Distanze di rispetto degli apparecchi, dei sostegni e delle fondazioni da opere circostanti**

Opera avvicinata	Elemento da considerare	Distanza minima m
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in conduttori nudi fuori dell'abitato	Conduttore più vicino	1
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in cavo aereo e in ogni caso nell'abitato	Conduttore più vicino	0,50
Ferrovie e tranvie in sede propria fuori dell'abitato (esclusi i binari morti e raccordi a stabilimenti)	Rotaia più vicina Ciglio delle trincee Piede dei rilevati	6 (1) 3 (1) 2 (1)
Funicolari terrestri fuori dell'abitato	Rotaia più vicina	4 (1)
Filovie fuori dell'abitato	Conduttore di contatto più vicino	4 (1)
Funivie, sciovie e seggiovie per trasporto persone	Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posizione più vicina possibile	4 (1)
Funivie per trasporto merci o similari	Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posizione più vicina possibile	2 (1)
Ferrovie, tranvie e filovie nell'abitato, e binari e raccordi a stabilimenti	Rotaia più vicina Conduttore di contatto più vicino	2 (1)
Argini di 3ª categoria (3)	Piede dell'argine	5 (1)
Autostrade	Confine di proprietà (C.P.)	25 (1) (4)
Condotti a pressione ≥ 25 atm	protetti non protetti	(2) 2 (4) 1 (5) (2) 6 (4) 3 (5)
Condotti a pressione < 25 atm e oleodotti	protetti non protetti	(2) 2 (4) 1 (5) (2) 6 (4) 3 (5)
Pali sfiato del gas metano (sfiati da valvola da sicurezza, sfiati di organi di intercettazione)	Apertura o griglia alla sommità del palo sfiato	7,5 (5)

(1) Le distanze sono da riferire a tutto il punto luce e alla fondazione se del tipo attiorante  
(2) Compreso l'eventuale impianto di messa a terra  
(3) Per argini di categoria superiore ci si deve attenere alle disposizioni degli organi competenti  
(4) Riducibili previa autorizzazione dell'Ente proprietario  
(5) Nel caso di sostegno senza linea aerea  
(6) Zona AD di rispetto dei luoghi di classe 1 (C1ZR) o zona AD di divisione 2 dei luoghi di classe 1 (C1Z2)

### A10.5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI SOSTEGNI

Per le caratteristiche meccaniche dei sostegni, in ordine alle ipotesi di calcolo, alle protezioni e al dimensionamento, oltre a quanto particolarmente prescritto nel presente Capitolato, si rimanda al punto 3.7 della norma CEI 64-7 ed alla serie di norme UNI-EN 40.

### A10.6. MISURE E PROVE

#### A10.6.0. Misura della resistenza di isolamento

La misura della resistenza di isolamento dovrà essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario e tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti. Eventuali messe a terra di funzionamento dovranno evidentemente essere disinserite durante la prova. Eventuali circuiti non metallicamente connessi con quello in prova dovranno essere oggetto di misure separate. Non sarà necessario eseguire misure sul secondario degli ausiliari elettrici contenuti negli apparecchi di illuminazione. Le misure dovranno essere effettuate utilizzando un ohmmetro in grado di fornire una tensione



## Studio Associato Barbieri

continua non inferiore a 500 V per gli impianti di Gruppo A, B e non inferiore a 1500 V per gli impianti di Gruppo D.

A10.6.1. Misura della caduta di tensione su linea di alimentazione di impianti in derivazione indipendenti

Sarà eseguita, ove richiesta, in condizioni regolari di esercizio, rilevando contemporaneamente la tensione in corrispondenza dei morsetti di uscita dell'apparecchiatura di comando ed in corrispondenza dei morsetti di alimentazione dei centri luminosi elettricamente più lontani.

A10.6.2. Misura della resistenza dell'impianto di terra

In luogo della misura della resistenza del dispersore sarà ammesso il metodo della misura dell'impedenza dell'anello di guasto.

### ***Art. A11 - PROTEZIONE DELLE OPERE - COSTRUZIONI IN ZONE SOGGETTE A TUTELA***

#### A11.1. PROTEZIONE DELLE OPERE

Tutte le strutture, le murature, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione che a costruzione ultimata) dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessivamente basse o alte.

Le protezioni saranno rapportate al manufatto da proteggere, all'elemento agente, ai tempi di azione e alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, antievaporanti, ecc.) o di tipo passivo o indiretto (coperture impermeabili, schermature, ecc.). Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l'Appaltatore per danni conseguenti alla mancanza od insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento o alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il risarcimento all'Amministrazione o a terzi degli eventuali danni dipendenti.

#### A11.2. PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Ai fini della protezione ambientale dall'inquinamento luminoso, tutti gli impianti di illuminazione, in rapporto alla zona di installazione e alla tipologia, dovranno essere realizzati con apparecchiature tali che sia rispettata la norma:

UNI 10819 - Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.



Studio Associato Barbieri



INDICE

<i>PARTI I^ QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE FORNITURE IN GENERE.....</i>	<i>1</i>
<i>Art. 1 - CARATTERISTICHE GENERALI – SCORPORI.....</i>	<i>1</i>
<i>Art. 2 - MATERIALI NATURALI, DI CAVA E ARTIFICIALI.....</i>	<i>3</i>
<i>Art. 3 - CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI.....</i>	<i>19</i>
<i>Art. 4 - MATERIALI FERROSI – prodotti di acciaio e ghisa.....</i>	<i>23</i>
<i>Art. 5 - METALLI DIVERSI .....</i>	<i>31</i>
<i>Art. 6 - LEGNAMI.....</i>	<i>32</i>
<i>Art. 7 - MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI.....</i>	<i>32</i>
<i>Art. 8 - PRODOTTI vernicianti – pitture – vernici – smalti.....</i>	<i>33</i>
<i>Art. 9 - PRODOTTI DI CEMENTO E AGGREGATI GRANULARI.....</i>	<i>37</i>
<i>Art. 10 - LEGANTI IDROCARBURATI E AFFINI – MATERIALI PER IMPERMEABILIZZAZIONI.....</i>	<i>39</i>
<i>Art. 11 - GUARNIZIONI – IDROFUGHI – IDROREPELLENTI – ADDITIVI.....</i>	<i>42</i>
<i>Art. 12 - PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE .....</i>	<i>45</i>
<i>Art. 13 - APPARECCHI IDRAULICI.....</i>	<i>48</i>
<i>Art. 14 - MATERIALI DIVERSI E SPECIALI .....</i>	<i>50</i>
<i>PARTI II^ - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO MOVIMENTI DI MATERIE – OPERE D’ARTE – LAVORI DIVERSI .....</i>	<i>59</i>
<i>Art. 15 - RILIEVI – CAPISALDI – TRACCIATI .....</i>	<i>59</i>
<i>Art. 16 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....</i>	<i>60</i>
<i>Art. 17 - SCAVI IN GENERE – SCAVI IN SOTTERRANEO – LAVORI DI CONTENIMENTO – SCAVI SPECIALI.....</i>	<i>61</i>
<i>Art. 18 - RILEVATI E RINTERRI – PIANI DI POSA.....</i>	<i>66</i>
<i>Art. 19 - MALTE – QUALITÀ E COMPOSIZIONE .....</i>	<i>71</i>
<i>Art. 20 - CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI.....</i>	<i>72</i>
<i>Art. 21 - MURATURA DI GETTO IN CONGLOMERATO CONGLOMERATO A VISTA .....</i>	<i>81</i>
<i>Art. 22 - OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE .....</i>	<i>84</i>
<i>Art. 23 - CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE .....</i>	<i>91</i>
<i>Art. 24 - OPERE, STRUTTURE E MANUFATTI IN ACCIAIO O ALTRI METALLI .....</i>	<i>91</i>
<i>Art. 25 - IMPERMEABILIZZAZIONI IN GENERE.....</i>	<i>96</i>
<i>Art. 26 - OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI O ARTIFICIALI .....</i>	<i>98</i>
<i>Art. 27 - OPERE DA CARPENTIERE .....</i>	<i>101</i>
<i>Art. 28 - DRENAGGI.....</i>	<i>101</i>
<i>Art. 29 - TUBAZIONI .....</i>	<i>102</i>
<i>Art. 30 - OPERE DI PROTEZIONE DELLE SCARPATE OPERE IN VERDE – CONSOLIDAMENTI</i>	





Studio Associato Barbieri

<i>Art. 31 - SEGNALETICA STRADALE.....</i>	<i>114</i>
<i>Art. 32 - LAVORI DI VERNICIATURA.....</i>	<i>118</i>
<i>Art. 33 - STRATI FILTRO E RIPARTENTI IN FELTRI O TELI GEOTESSILE.....</i>	<i>127</i>
<i>Art. 34 - SIGILLATURE.....</i>	<i>128</i>
<i>PARTE III^ - MODO DI ESECUZIONE DELLE CATEGORIE DI LAVORO OPERE DI SOVRASTRUTTURA STRADALE PAVIMENTAZIONI DIVERSE.....</i>	<i>130</i>
<i>Art. 35 - STRATI DI FONDAZIONE.....</i>	<i>130</i>
<i>Art. 36 - STRATI DI BASE.....</i>	<i>133</i>
<i>Art. 37 - STRATI DI PAVIMENTAZIONE.....</i>	<i>138</i>
<i>Art. 38 - PAVIMENTAZIONI A ELEMENTI.....</i>	<i>153</i>
<i>Art. 39 - PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI – CORDOLI.....</i>	<i>157</i>
<i>Art. 40 – POSA DI ARREDO URBANO.....</i>	<i>158</i>
<i>APPENDICE A – NORME GENERALI DI ESECUZIONE - IMPIANTI VARI – ELETTRICI E DI... PUBBLICA ILLUMINAZIONE.....</i>	<i>158</i>
<i>Art. A1 - OPERE PROVVISORIALI - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA.....</i>	<i>158</i>
<i>Art. A2 - INDAGINI E RILIEVI GEOGNOSTICI.....</i>	<i>159</i>
<i>Art. A3 - AZIONI E CARICHI SULLE OPERE E COSTRUZIONI IN GENERE.....</i>	<i>160</i>
<i>Art. A4 - STRUTTURE, OPERE E IMPIANTI IN GENERALE - MODALITÀ DI STUDIO, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE.....</i>	<i>161</i>
<i>Art. A5 - OPERE DI FOGNATURA.....</i>	<i>166</i>
<i>Art. A6 - OPERE STRADALI.....</i>	<i>167</i>
<i>Art. A7 - OPERE D'ARTE.....</i>	<i>168</i>
<i>Art. A8 - SOVRASTRUTTURA STRADALE.....</i>	<i>170</i>
<i>Art. A9 - IMPIANTI ELETTRICI IN GENERALE.....</i>	<i>171</i>
<i>Art. A10 - IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE – REQUISITI ELETTRICI.....</i>	<i>174</i>
<i>Art. A11 - PROTEZIONE DELLE OPERE - COSTRUZIONI IN ZONE SOGGETTE A TUTELA.....</i>	<i>181</i>

Il progettista:

Arch. Ing. Filippo Barbieri

Cervia, il 28/04/2025



viale osservanza 145, 47521 Cesena

t/f 0547 611227 m:info@studioassociatobarbieri.it

Riccardo Barbieri Architetto - Filippo Barbieri Ingegnere/Architetto - Lorenzo Tappi Architetto