





<b>MATERIALI</b>	<b>1</b>
<b>Art. 1 Tubazioni idrauliche</b>	<b>1</b>
1.1 Tubi in acciaio	1
1.2 Tubi in calcestruzzo armato	1
<b>Art. 2 Cemento</b>	<b>1</b>
<b>Art. 3 Aggregati per c.a.</b>	<b>2</b>
<b>Art. 4 Acqua di impasto</b>	<b>3</b>
<b>Art. 5 Acciaio per c.a.</b>	<b>5</b>
<b>Art. 6 Reti in barre di acciaio elettrosaldate</b>	<b>7</b>
<b>Art. 7 Acciaio per strutture metalliche</b>	<b>7</b>
<b>NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI</b>	<b>32</b>
<b>Art. 1 Scavi</b>	<b>32</b>
1.1 Norme generali	32
1.1.1 Definizioni e generalità	32
1.1.2 La geometria degli scavi	32
1.1.3 Puntellature, franamenti, scavo per campioni	33
1.1.4 Disboscamento e regolazione delle acque	34
1.1.5 Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito	34
1.2 Scavi di sbancamento	34
1.3 Scavi di fondazione	35
1.4 Scavi subacquei e scavi all'asciutto	36
<b>Art. 2 Sistemi di drenaggio del corpo stradale</b>	<b>37</b>
2.1 Campo di applicazione	37
2.2 Tubazioni	37
2.2.1 Materiali	37
2.2.1.1 Generalità	37
2.2.1.2 Tubi di acciaio nero	37
2.2.1.3 Tubi in calcestruzzo armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali	37
2.2.2 Posa in opera	38
2.2.2.1 Scarico ed accatastamento	38
2.2.2.2 Scavo	38
2.2.2.3 Letto di posa	39
2.2.2.4 Installazione	39
2.2.2.5 Rinfiacco e rinterro	40
2.2.3 Controlli ed accettazione	41
2.2.3.1 Generalità	41
2.2.3.2 Marcatura e documentazione	41
2.2.4 Controlli in cantiere	41
2.2.4.1 Livellette	41
2.2.4.2 Costipamento del rinfiacco	41
2.2.4.3 Collaudo in opera	42
2.2.5 Norme di misurazione	42

2.3	Pozzetti	42
2.4	Dispositivi di chiusura e di coronamento dei pozzetti	43
2.4.1	Definizioni	43
2.4.2	Materiali	43
2.4.3	Posa in opera	43
2.4.4	Controlli ed accettazione	44
2.4.5	Controlli in cantiere	45
2.4.6	Norme di misurazione	45
2.5	Canali di drenaggio	45
2.5.1	Definizioni	45
2.5.2	Materiali	45
2.5.3	Posa in opera	45
2.5.4	Controlli ed accettazione	46
2.5.5	Controlli in cantiere	46
2.5.6	Norme di misurazione	46
2.6	Canalette e cordonate	46
2.6.1	Materiali	46
2.6.2	Posa in opera	47
2.6.3	Controlli ed accettazione	47
2.6.4	Controlli in cantiere	47
2.6.5	Norme di misurazione	47
<b>Art. 3</b>	<b>Conglomerati cementizi semplici e armati</b>	<b>48</b>
3.1	Materiali	48
3.1.1	Aggregati	48
3.1.2	Additivi	51
3.1.2.1	Additivi fluidificanti e superfluidificanti	52
3.1.2.2	Additivi aeranti	52
3.1.2.3	Additivi ritardanti e acceleranti	54
3.2	Durabilità dei conglomerati cementizi	54
3.3	Tipi e classi dei conglomerati cementizi	56
3.4	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	57
3.4.1	Dossier di Prequalifica	58
3.4.2	Qualifica all'impianto	59
3.4.3	Autorizzazione ai getti	60
3.5	Controlli in corso d'opera	61
3.5.1	Resistenza dei conglomerati cementizi	62
3.5.1.1	Controlli di accettazione con metodo Tipo A	63
3.5.1.2	Controlli di accettazione con metodo Tipo B	63
3.5.2	Non conformità dei controlli di accettazione	63
3.6	Tecnologia esecutiva delle opere	64
3.6.1	Confezione dei conglomerati cementizi	64
3.6.2	Getti in clima freddo	66
3.6.2.1	Mantenimento della temperatura del calcestruzzo per evitare il congelamento	66
3.6.2.2	Coibentazione	67
3.6.2.3	Protezione	68
3.6.2.4	Requisito di resistenza	68
3.6.2.5	Ulteriori precauzioni	68
3.6.2.6	Misure di temperatura	69
3.6.3	Getti clima caldo	69
3.6.4	Trasporto e consegna	69
3.6.5	Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco	70

3.6.6	Casseforme e posa in opera	72
3.6.7	Compattazione	74
3.6.8	Riprese di getto	75
3.6.9	Prevenzione delle fessure da ritiro plastico	77
3.6.10	Disarmo e scasseratura	78
3.6.11	Protezione dopo la scasseratura	78
3.6.12	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari	79
3.6.13	Predisposizione delle armature per c.a.	80
3.7	Elementi prefabbricati	80
3.7.1	Prefabbricati prodotti in stabilimento	81
<b>Art. 4</b>	<b>Acciaio per c.a.</b>	<b>81</b>
4.1	Generalità	81
4.2	Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato -Fe B450C e B450A (ex Fe B44K)	82
4.2.1	Controlli	84
4.2.2	Connessioni tra le barre	84
4.3	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	84
<b>Art. 5</b>	<b>Recinzioni metalliche</b>	<b>84</b>
5.1.1	Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate	84
5.2	Qualità dei materiali - Prove	85
5.2.1	Qualità dei materiali	85
5.2.2	Prove sui materiali	86
5.3	Accettazione dei materiali	87
5.4	Modalità d'esecuzione	88
<b>Art. 6</b>	<b>Separatore di idrocarburi</b>	<b>89</b>
6.1.1	Definizione	89
6.1.2	Conformità	89
6.1.3	Descrizione del sistema	89
6.1.4	Componenti	90
6.1.5	Caratteristiche costruttive	90
6.1.6	Criteri di dimensionamento	90
6.1.7	Caratteristiche idrauliche	91
6.1.8	Ricezione del manufatto	91
6.1.9	Movimentazione e stoccaggio del manufatto	91
6.1.10	Modalità di posa in opera	91
6.1.11	Messa in funzione	92
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</b>		<b>93</b>
<b>Art. 1</b>	<b>Scavi e rilevati</b>	<b>93</b>
1.1	Scavi	93
1.1.1	Scavi in genere	93
1.1.2	Scavi di sbancamento	94
1.1.3	Scavo di fondazione	94
1.2	Preparazione del piano di posa	95
1.2.1	Rilevati	95
1.2.2	Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene	95
1.3	Formazione di rilevati provvisionali e riempimenti di cavi	96

<b>Art. 2</b>	<b>Conglomerati cementizi</b>	<b>97</b>
<b>Art. 3</b>	<b>Casseforme - Armature - Centinature</b>	<b>100</b>
3.1	Armature	100
3.2	Acciaio per c.a.	101
<b>Art. 4</b>	<b>Manufatti metallici</b>	<b>102</b>
<b>Art. 5</b>	<b>Canalette - rivestimento di cunette e fossi</b>	<b>103</b>
<b>Art. 6</b>	<b>Tubazioni, fognature, manufatti</b>	<b>104</b>
6.1	Generalità	104
6.2	Tubi in cemento pressato per fognature	104

## MATERIALI

Vengono di seguito riassunte le caratteristiche dei materiali di più frequente utilizzo nelle lavorazioni. Per tutti gli altri componenti occorrerà fare riferimento agli specifici capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

### **Art. 1 Tubazioni idrauliche**

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo autostradale è previsto impiego l'impiego di:

- tubi in acciaio bitumati;
- tubi in cls armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

#### **1.1 Tubi in acciaio**

Le specifiche relative ai tubi in acciaio sono ricompreso all'interno del paragrafo relativo agli acciai per carpenteria metallica, essendo di fatto prodotti siderurgici adottati per lo smaltimento delle acque meteoriche.

#### **1.2 Tubi in calcestruzzo armato**

Sono adottabili tubi in calcestruzzo armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro. Il disegno del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

### **Art. 2 Cemento**

Si farà esclusivamente uso dei leganti idraulici previsti dalla Legge 26-5-1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197. dotati di Attestato di Conformità CE.

La scelta dei tipi di cemento da utilizzare per i diversi tipi di calcestruzzo verrà effettuata in sede di Progetto, tenendo presenti, oltre a quanto previsto nella Tabella 19 G (vedi cap. 19.3), i requisiti di:

- compatibilità chimica con l'ambiente di esercizio previsto,
- calore di idratazione, per getti il cui spessore minimo sia maggiore di 50 cm.

Qualora opportuno potranno essere utilizzati cementi speciali, quali: cementi rispondenti alla UNI EN 197-1 e qualificati resistenti ai solfati (secondo UNI 9156), o resistenti al dilavamento (secondo UNI 9606), oppure a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH conformemente alla UNI EN 197-1

### **Art. 3 Aggregati per c.a.**

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE. Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali.

Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane).

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella Tabella 1 e comunque almeno una volta all'anno. Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, il Progettista dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007). Nella Tabella 1 sono riepilogati i principali requisiti degli aggregati e le

prove cui devono essere sottoposti, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

#### **Art. 4 Acqua di impasto**

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi:

- l'acqua potabile;
- acqua proveniente da depuratori delle acque di aggettamento di cantiere;
- l'acqua di riciclo degli impianti di betonaggio;

qualora rispondenti ai requisiti indicati nella UNI EN 1008.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta per ciascuna miscela qualificata in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto delle condizioni di umidità e dell'assorbimento negli aggregati.

Tabella 1 - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI ACCETTABILITÀ	DI
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4	
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%	
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA <sub>30</sub>  Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria L.A. <sub>20</sub>	
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli ≤10%	
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	SO <sub>3</sub> ≤ 0,1%	
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	≤ f <sub>1,5</sub>	
	Aggr. grosso frantumato da roccia		≤ f <sub>4,0</sub>	
	Sabbia non frantumata		< f <sub>3,0</sub>	
	Sabbia frantumata		< f <sub>10</sub>	
Equivalenti in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES ≥80  MB ≤ 1 g/kg di sabbia	

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI ACCETTABILITÀ	DI
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti	
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento	
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	- prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%	
	- metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi	
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl <sup>-</sup> < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale	
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento o FI	UNI EN 933-3	FI e SI > 0,15 (Dmax=32 mm)	
		UNI EN 933-4	FI e SI > 0,12 (Dmax=64 mm)	
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2mm= 100 0,125 mm 85-100 0,063 m 75-100	
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dalla Direzione Lavori. Dovranno comunque essere eseguite prove: in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m <sup>3</sup> di aggregati impiegati.			

#### Art. 5 Acciaio per c.a.

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 20/02/2018) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)		$\geq 450$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $F_{tk}$ (MPa)		$\geq 540$	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$		$\geq 1.15$ $< 1.35$	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%)		$\geq 7.5$	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) $\leq 8$ $> 8$	$\pm 6.0$ $\pm 4.5$	5.0

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)		$\geq 450$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $F_{tk}$ (MPa)		$\geq 540$	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$ (*)		$> 1.05$	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%) (*)		$\geq 2.5$	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	

Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm)		
	< 8	±6.0	5.0
	> 8	±4.5	

#### **Art. 6 Reti in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto per l'acciaio per c.a., di diametro compreso fra 5 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 330 mm.

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.

La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore (D.M. 20/02/2018) e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

#### **Art. 7 Acciaio per strutture metalliche**

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

- S            simbolo S: acciaio per impiego strutturale;
- 355        indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori  $\leq 16$  mm, espresso in N/mm<sup>2</sup>;
- J0, J2, K2    designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
- W            indicazione di acciaio CORTEN;
- Gx, Gy    stato di fornitura a discrezione del produttore;

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi del Regolamento UE n°305/2011.

## NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

### **Art. 1 Scavi**

#### **1.1 Norme generali**

##### **1.1.1 Definizioni e generalità**

Per scavo s'intende l'asportazione dalla loro sede di terreni e materiali litoidi di qualsiasi natura. L'asportazione comprende la rimozione dei materiali scavati ed il loro trasporto per l'eventuale riutilizzo nell'ambito del cantiere o per la destinazione a rifiuto.

Gli scavi sono di norma finalizzati a realizzare superfici o volumi cavi a geometria definita.

In relazione agli spazi operativi disponibili, alla vicinanza di strutture preesistenti, alle geometrie da rispettare ed alla consistenza dei materiali da scavare gli scavi potranno essere eseguiti a mano o con mezzi meccanici.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad apporre alle aree di scavo opportune recinzioni e segnaletiche diurne e notturne secondo le vigenti norme di legge.

L'Appaltatore dovrà adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione ecc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura, compresa tra le cautele la temporanea sostituzione dei manufatti o deviazione delle reti ed il tempestivo ripristino a fine lavori.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

##### **1.1.2 La geometria degli scavi**

L'Appaltatore è tenuto a rispettare la geometria degli scavi prevista dal Progetto. In particolare dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo secondo quote e pendenze di Progetto, curando anche che il fondo degli scavi sia compattato secondo le indicazioni del Progetto.

Per quanto riguarda le opere di sostegno multitirantate, nessuno scavo potrà essere eseguito al disotto della quota prevista per la realizzazione dell'ordine di tiranti in corso, se prima l'ordine stesso non sarà completato e messo in tensione.

Qualora negli scavi si fossero superati i limiti assegnati, l'Appaltatore dovrà ricostituire i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

Prima di procedere a fasi di lavoro successive, l'Appaltatore dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori.

### **1.1.3 Puntellature, franamenti, scavo per campioni**

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. In ogni caso resta a carico dell'Appaltatore il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Appaltatore sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

L'appaltatore, in contraddittorio con la D.L., dovrà prevedere tutti gli opportuni e necessari accorgimenti realizzativi (opere, riprofilature, berme intermedie, regimazione e allontanamento delle acque superficiali, proiezione di betoncino stabilizzante, ...) per garantire durante tutte le fasi del lavoro la stabilità dei fronti di scavo con adeguati margini di sicurezza.

La realizzazione degli scavi deve avvenire per conci successivi, la cui estensione dovrà essere ponderata in situ alla luce di:

- condizioni idrauliche
- effettive condizioni di stabilità del fronte (condizioni geotecniche, stratigrafiche)
- necessità di interventi e/o accorgimenti.

La fasistica e la tempistica realizzativa degli scavi deve essere tale da garantire la stabilità a breve termine anche in riferimento alla natura dei terreni (permeabilità, granulometria, plasticità, ecc.).

In ogni caso, i tempi di apertura degli scavi dovranno essere sufficientemente contenuti al fine di considerare realistiche le ipotesi di condizioni non drenate e scongiurando il rischio di fenomeni di rilascio tensionale e rotture progressive dei terreni coinvolti (decadimento della resistenza al taglio).

Le pendenze degli scavi provvisori riportate sugli elaborati grafici di progetto sono del tutto indicative e dovranno essere verificate alla luce delle effettive condizioni geotecniche, stratigrafiche ed idrauliche in sito.

#### **1.1.4 Disboscamento e regolazione delle acque**

L'Appaltatore dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. ed all'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- all'eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti e gestione dei materiali di risulta.

L'Appaltatore dovrà assicurare in ogni caso il regolare deflusso delle acque, facendosi carico di tutti gli oneri derivanti dal loro eventuale smaltimento e/o trattamento secondo le vigenti norme di legge (DLgs 152/2006).

#### **1.1.5 Materiali di risulta: riutilizzo e sistemazione a deposito**

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere caratterizzati dal punto di vista della compatibilità ambientale, a cura dell'Appaltatore, in accordo con la normativa vigente (DLgs 152/2006). Nel caso in cui venga accertata la compatibilità ambientale, tale materiale potrà essere utilizzato secondo quanto previsto negli elaborati di Progetto e l'Appaltatore dovrà, tra l'altro, farsi carico dell'eventuale deposito temporaneo e custodia degli inerti.

Nel caso contrario, i materiali di scavo dovranno essere trattati come un rifiuto e potranno essere riutilizzati o smaltiti secondo quanto previsto nella normativa vigente.

Qualora l'Appaltatore dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando questi fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati per murature. La parte residua potrà essere reimpiegata nell'ambito del lotto per la formazione di rilevati o di riempimenti, avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme. I materiali utilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni opportune secondo le necessità e le prescrizioni delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Appaltatore

#### **1.2 Scavi di sbancamento**

Sono così denominati gli scavi occorrenti per:

- la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati;

- l'apertura della sede autostradale, dei piazzali e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di Progetto;
- le gradonature di ancoraggio dei rilevati, previste per terreni con pendenza superiore al 20%;
- la bonifica del piano di posa di rilevati o di altre opere;
- lo spianamento del terreno;
- l'impianto di opere d'arte;
- il taglio delle scarpate di trincee o di rilevati;
- la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

### **1.3 Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione s'intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia dell'accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alle necessarie profondità, fino al rinvenimento del terreno della capacità portante prevista in Progetto.

Qualora si rendesse necessario dopo l'esecuzione dello scavo, il ripristino delle quote per l'impronta della fondazione dell'opera, i materiali da utilizzare saranno i seguenti:

1-per uno spessore di 30÷50 cm, sabbia fine lavata;

2-per il rimanente spessore, materiali appartenenti al gruppo A1, anche provenienti da scavi.

Al termine del ripristino dei piani d'imposta, salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate dalla necessità di garantire maggiore stabilità alla fondazione, il modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm), dovrà risultare non inferiore a 40 MPa nell'intervallo tra 1,5÷2,5 daN/cm<sup>2</sup>.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, o disposti a gradoni, con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di

quella prevista, ma in tal caso, nulla è dovuto per il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza.

L'Appaltatore dovrà evitare che il terreno di fondazione subisca rimaneggiamenti o deterioramenti prima della costruzione dell'opera. In particolare eventuali acque ruscellanti o stagnanti dovranno essere allontanate dagli scavi.

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

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese al riempimento, con materiali idonei sia dal punto di vista prestazionale che della compatibilità ambientale (DLgs 152/2006), dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi a sezione obbligata, necessari per la collocazione di tubazioni, l'Appaltatore dovrà provvedere al rinterro, con materiali idonei, sopra le condotte e le fognature.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 solo per quanto ricadente nei casi ricompresi nel par.2.7 delle NTC 2008, diversamente dovranno essere applicate queste ultime e successivi aggiornamenti.

#### **1.4 Scavi subacquei e scavi all'asciutto**

Gli scavi di fondazione sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Comunque, ove possibile, gli scavi verranno eseguiti all'asciutto, cioè in assenza di accumuli d'acqua sul fondo dello scavo. Allo scopo l'Appaltatore dovrà predisporre adeguati drenaggi e aggottamenti per captare e allontanare con continuità eventuali venute d'acqua di filtrazione o di ruscellamento.

I mezzi predisposti per l'aggottamento dell'acqua dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento del fondo dello scavo.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese:

- ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi;

- a togliere ogni impedimento o ogni causa di rigurgito, che si opponesse così al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all'apertura di canali fugadori;
- agli adempimenti previsti dalle vigenti leggi in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento; all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché agli oneri per l'eventuale trattamento /smaltimento delle acque.

## **Art. 2 Sistemi di drenaggio del corpo stradale**

### **2.1 Campo di applicazione**

Le presenti specifiche riguardano i dispositivi di drenaggio del corpo autostradale, consistenti in:

- tubazioni;
- pozzetti e relativi dispositivi di chiusura e di coronamento;
- canali di drenaggio;
- canalette e cordonate.

### **2.2 Tubazioni**

#### **2.2.1 Materiali**

##### **2.2.1.1 Generalità**

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo stradale è previsto l'impiego di:

- tubi in acciaio bitumato;
- tubi in cls armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

##### **2.2.1.2 Tubi di acciaio nero**

Saldati a norma UNI 8863, serie leggera con rivestimento bituminoso esterno di tipo pesante, da porre in opera interrati su letto di materiale fino.

Le giunzioni di norma saranno a flange. Le tubazioni dovranno essere atte a sopportare una pressione nominale di esercizio non inferiore a 5 MPa.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

I passaggi delle tubazioni attraverso le spalle del viadotto Chiusella dovranno essere sempre eseguiti con impiego di manicotti di diametro adeguato per permettere l'eventuale rivestimento con materiale isolante e giunti a soffietto.

##### **2.2.1.3 Tubi in calcestruzzo armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali**

Sono adottabili tubi in calcestruzzo armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro. Il disegno del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

## **2.2.2 Posa in opera**

### **2.2.2.1 Scarico ed accatastamento**

Per il carico, il trasporto, lo scarico e l'accatastamento dovranno osservarsi le eventuali istruzioni del costruttore nonché i requisiti delle norme di prodotto pertinenti; dovranno comunque impiegarsi i mezzi e gli accorgimenti idonei ad evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere.

Tutti i materiali dovranno essere immagazzinati in maniera tale da conservarli integri e da evitare contaminazioni o degradazioni; per esempio i componenti elastomerici delle giunzioni dovranno essere tenuti puliti e protetti dall'esposizione a fonti di ozono (per esempio apparecchiature elettriche), alla luce solare ed a fonti di calore, nonché al contatto con oli o grassi.

L'accatastamento dovrà essere effettuato su supporti atti a mantenere i tubi sollevati dal suolo per evitare danni ai rivestimenti ed ai giunti, provvedendo a fissare i tubi per evitare che rotolino ed evitando altezze di impilamento eccessive in modo che i tubi inferiori non risultino sovraccaricati.

Non si devono collocare pile di tubi in prossimità di trincee aperte.

### **2.2.2.2 Scavo**

Le trincee dovranno essere scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta delle tubazioni, nel rispetto degli accorgimenti e dei dispositivi previsti nel piano di sicurezza.

Se per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di

strutture sotterranee, come nel caso di pozzetti, si dovrà prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m.

Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni: ove non altrimenti specificato, essa dovrà essere di: 0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso e di 0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

In presenza di altre tubazioni o costruzioni, si dovranno osservare misure di sicurezza adeguate al fine di proteggerle dal rischio di danneggiamenti.

La larghezza delle trincee non dovrà superare il valore massimo specificato in Progetto; qualora, all'atto dello scavo, ciò non risultasse possibile, il problema dovrà essere sottoposto al progettista.

La larghezza minima delle trincee dovrà essere quella stabilita nella norma UNI EN 1610.

Il materiale di risulta dello scavo, qualora dalla Direzione Lavori ritenuto idoneo ad essere reimpiegato per il rinfianco ed il rinterro, sarà depositato provvisoriamente ; in caso contrario sarà conferito a deposito.

#### **2.2.2.3 Letto di posa**

I tubi saranno adagiati su un letto di posa in sabbia o ghiaia fine, di spessore non inferiore a:

- 10 cm in presenza di terreno di normale consistenza;
- 15 cm in presenza di terreno duro o di roccia lapidea.

Il letto di posa dovrà essere spianato e livellato in modo da eliminare discontinuità dell'appoggio (salvo le nicchie per le giunzioni a bicchiere); in nessun caso sarà consentito di regolare la posizione dei tubi nella trincea ricorrendo a pietre, mattoni, legname o ad altri appoggi discontinui.

Qualora si rendessero necessari aggiustamenti nell'altimetria, questi saranno effettuati alzando o abbassando la quota dell'appoggio, garantendo sempre che, alla fine, i tubi siano supportati per tutta la loro lunghezza, senza ricorrere a riempimenti locali.

#### **2.2.2.4 Installazione**

La posa dei tubi inizierà preferibilmente dall'estremità a valle con i bicchieri rivolti a monte.

In caso di lunghe interruzioni dei lavori, si provvederà a chiudere temporaneamente le estremità dei tubi; i tappi protettivi saranno

rimossi solo immediatamente prima di eseguire le giunzioni; qualsiasi materiale rimasto nel tubo dovrà essere comunque rimosso.

Le parti della superficie del tubo che venissero a contatto con i materiali di giunzione dovranno essere prive di difetti, pulite e, se necessario, asciutte; i giunti scorrevoli dovranno essere lubrificati con i lubrificanti e secondo i metodi raccomandati dal fabbricante.

Nei casi in cui i tubi non possano essere giuntati manualmente, dovranno impiegarsi adeguate attrezzature idrauliche o manuali di tiro ("tire-fort"), essendo tassativamente vietato il ricorso alla spinta con macchinari (escavatori, pale, dozer, ecc.) non espressamente previsti a questo scopo.

Nell'esecuzione delle giunzioni a bicchiere dovrà essere rispettata la distanza fra l'estremità della parte imboccata e la battuta del tubo successivo specificata dal fabbricante.

Le giunzioni dovranno essere eseguite applicando progressivamente una forza assiale senza sollecitare eccessivamente i componenti; a giunzione eseguita, l'allineamento dovrà essere controllato e, se necessario, corretto.

Laddove necessario, si devono prevedere per i bicchieri nicchie di dimensioni sufficienti per l'esecuzione del corretto accoppiamento e per impedire che il tubo poggi sul giunto; la nicchia per il bicchiere dovrà avere le dimensioni minime compatibili con il corretto montaggio del giunto.

I tagli dovranno essere eseguiti con gli utensili idonei, secondo le raccomandazioni del fabbricante del tubo ed in modo tale da garantire prestazioni adeguate dei giunti.

Laddove esista il rischio di galleggiamento durante l'installazione, i tubi dovranno essere mantenuti in sito mediante carichi o ancoraggi adeguati.

#### **2.2.2.5 Rinfianco e rinterro**

Si definisce come rinfianco il materiale posto superiormente al letto di posa e sino a 30 cm sopra il cervello della tubazione; si definisce come rinterro il materiale sovrastante il rinfianco e sino al p.c. (o immediatamente al di sotto di eventuali pavimentazioni).

Di norma il materiale per il rinfianco sarà quello di risulta degli scavi, opportunamente selezionato per eliminare eventuale materiale non idoneo (per dimensioni, forma, ecc..).

Il costipamento dovrà avvenire con attrezzature, numero di passaggi e spessore degli strati atti ad ottenere il grado di costipamento pari

almeno al 95% della densità optimum di Proctor mod. (ove non altrimenti specificato in Progetto), tenendo conto delle caratteristiche del tubo da installare al fine di evitare di arrecare danni allo stesso.

Il costipamento previa saturazione di acqua del rinfiamento è ammissibile - su autorizzazione della Direzione Lavori - soltanto in casi eccezionali ed in presenza di terreni incoerenti.

### **2.2.3 Controlli ed accettazione**

#### **2.2.3.1 Generalità**

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012.

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della documentazione di cui al successivo par. 17.2.3.2.

#### **2.2.3.2 Marcatura e documentazione**

Tutti gli elementi di tubazione dovranno recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1401, UNI 10968 e UNI EN 1916 rispettivamente per i tubi in PVC-U per fognature, per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

### **2.2.4 Controlli in cantiere**

#### **2.2.4.1 Livellette**

A tubazione posata, prima dell'esecuzione del rinfiamento, verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il rispetto delle livellette di Progetto.

In caso di un risultato negativo della verifica, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

#### **2.2.4.2 Costipamento del rinfiamento**

Il costipamento del rinfiamento sarà controllato mediante prove di densità disposte dalla Direzione Lavori nella misura di una ogni 100 m

di tracciato, prima dell'esecuzione del rinterro.

Nel caso che i valori prescritti non siano rispettati, si procederà ad un ulteriore controllo su altrettanti punti; in caso di risultati nuovamente insoddisfacenti, la Direzione Lavori disporrà l'asportazione del materiale ed il rifacimento del rinfiacco nelle zone non accettate.

#### **2.2.4.3 Collaudo in opera**

Il collaudo in opera delle tubazioni sarà effettuato secondo le disposizioni della Direzione Lavori in base ai metodi indicati nella UNI EN 1610 (ad acqua o - preferibilmente - ad aria).

Condizione per l'accettazione sarà il riscontro di valori delle perdite inferiori a quelli ammissibili stabiliti dalla UNI EN 1401-3 per i per i tubi in PVC-U per fognature e della UNI EN 1610 per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a.

In caso di valori superiori, la Direzione Lavori impartirà le disposizioni del caso per il ripristino della funzionalità della tratta (compreso il suo completo rifacimento) a carico dell'Appaltatore.

#### **2.2.5 Norme di misurazione**

Le tubazioni saranno misurate secondo il loro sviluppo al lordo delle interruzioni in corrispondenza dei pozzetti di linea.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono fornitura dei tubi (compresi i pezzi speciali), trasporto, scarico, deposito, sfilamento, posa comprensiva di ogni lavorazione per tappi provvisori, giunzioni, inserimento nei pozzetti, collaudi.

Lo scavo della trincea, valutato come scavo di fondazione, sarà misurato a volume considerando la sezione di scavo di Progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni.

Il relativo articolo di Elenco prezzi compensa anche il rinfiacco ed il rinterro delle tubazioni eseguite con materiale di risulta degli scavi (comprese le lavorazioni per la selezione del materiale); nel caso che per questi non venga impiegato materiale da cava o calcestruzzo o venga prescritta la stabilizzazione con cemento, tali forniture e lavorazioni verranno compensate a parte.

Il letto di posa sarà misurato a volume considerando la sezione di posa di Progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni.

### **2.3 Pozzetti**

I pozzetti di previsto impiego per ispezione, incrocio e salto nei sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo autostradale sono

pozzetti gettati in opera in c.a. (vedi specifiche relative ai calcestruzzi, alle armature e alle casserature).

## **2.4 Dispositivi di chiusura e di coronamento dei pozzetti**

### **2.4.1 Definizioni**

Si definiscono:

- dispositivo di chiusura: parte del pozzetto di ispezione costituita da un telaio e da un coperchio e/o una griglia;
- dispositivo di coronamento: parte del pozzetto di raccolta costituita da un telaio e da una griglia e/o un coperchio;
- telaio: elemento fisso di un dispositivo di coronamento o di chiusura, destinato all'alloggiamento ed al sostegno di una griglia o di un coperchio;
- griglia: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che consente il deflusso dell'acqua nel pozzetto di raccolta;
- coperchio: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che copre l'apertura del pozzetto di raccolta o di ispezione.

### **2.4.2 Materiali**

I dispositivi di chiusura e di coronamento possono essere fabbricati con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (non per le griglie);
- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo (non per le griglie);
- calcestruzzo armato (non per le griglie).

Le caratteristiche di spessore e protezione dalla corrosione per l'acciaio laminato saranno quelle stabilite nella norma UNI EN 124.

Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 124.

Le caratteristiche dimensionali (fessure e fori di aerazione, apertura di accesso, profondità di incastro, giochi tra le diverse parti, telaio) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione degli spigoli, sistemi di fissaggio, di sbloccaggio e di rimozione, tenuta) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

### **2.4.3 Posa in opera**

A pozzetto ultimato, il coronamento di questo sarà leggermente

scarificato, in modo che la superficie ruvida così ottenuta favorisca l'adesione della malta cementizia che costituirà il letto di appoggio del telaio.

Prima della posa in opera la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita e bagnata.

Per la preparazione e la stesa della malta si osserveranno le istruzioni indicate dal fabbricante.

Lo spessore di malta sarà compreso tra 2 e 3 cm.

Qualora occorressero spessori maggiori, si dovrà ricorrere, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio con Rck 30 MPa opportunamente armato, oppure all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio prefabbricato; in nessun caso potranno essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, schegge o frammenti di mattoni.

Il telaio sarà posizionato planimetricamente in modo che la sua luce coincida con quella del pozzetto, ed altimetricamente in modo che la superficie superiore del dispositivo si trovi, a lavoro ultimato, alla quota della pavimentazione finita (tenuto conto degli eventuali inviti per i pozzetti esterni alle corsie di traffico).

Il fissaggio nella malta sarà eseguito senza sbavature sulla superficie di appoggio del coperchio nel telaio, e lasciando liberi almeno gli ultimi 3 cm superiori del bordo del telaio, per permettere la rifinitura a livello del manto stradale.

Nel caso che, in conseguenza di assestamenti sotto carico o di altre cause, si dovesse provvedere al ricollocamento in quota del telaio, quest'ultimo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita completamente asportati. Si procederà quindi al ricollocamento con le modalità precedentemente descritte.

Il chiusino non sarà transitabile per il tempo necessario alla maturazione dei materiali impiegati, in funzione della temperatura e dell'umidità ambientali.

Per altri aspetti di dettaglio si farà riferimento alle specifiche del fabbricante.

#### **2.4.4 Controlli ed accettazione**

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 124.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori

la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

#### **2.4.5 Controlli in cantiere**

A posa effettuata e prima dell'esecuzione della pavimentazione verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il corretto posizionamento del dispositivo in relazione alle quote di Progetto della pavimentazione finita.

A pavimentazione completata verrà eseguito un ulteriore controllo.

In caso di un risultato negativo delle verifiche, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

#### **2.4.6 Norme di misurazione**

I dispositivi di coronamento saranno contabilizzati per m<sup>2</sup> di superficie, per kg di peso o a numero, secondo il tipo.

### **2.5 Canali di drenaggio**

#### **2.5.1 Definizioni**

Si definisce canale di drenaggio un'entità lineare composta da unità prefabbricate che permette la raccolta e il trasporto di acqua superficiale per tutta la sua lunghezza per scarico in avanti.

#### **2.5.2 Materiali**

I canali di drenaggio possono essere fabbricati con:

- calcestruzzo armato o non armato.

La qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 1433.

Le caratteristiche dimensionali (sezioni, fessure ed altre aperture) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione dei bordi, giunzioni, tenuta, trattamento superficiale) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 1433.

#### **2.5.3 Posa in opera**

La posa in opera dovrà avvenire secondo le istruzioni allegate alla fornitura.

In particolare, per i canali di drenaggio richiedenti ulteriore supporto per sostenere i carichi di servizio (designate come "tipo M" nella UNI EN 1433) l'affiancamento dei diversi elementi, nonché le

dimensioni, la classe di calcestruzzo e l'armatura del supporto dovranno essere conformi alle istruzioni del fabbricante.

#### **2.5.4 Controlli ed accettazione**

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1433.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

#### **2.5.5 Controlli in cantiere**

Successivamente al montaggio degli elementi ed alla loro giunzione, verrà effettuato il collaudo in sito per tratti di canale secondo le disposizioni della Direzione Lavori, chiudendo le estremità aperte e riempiendo il tratto di canale sotto prova sino al massimo livello all'estremo di valle.

Il collaudo si riterrà positivo se in un intervallo di tempo di 30 minuti non si verificheranno perdite in corrispondenza delle giunzioni o attraverso il corpo delle canalette.

#### **2.5.6 Norme di misurazione**

I canali di drenaggio saranno misurati secondo il loro sviluppo al lordo delle interruzioni in corrispondenza di eventuali pozzetti di linea.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono fornitura (compresi i pezzi speciali), trasporto, scarico, deposito, sfilamento, scavo della sede d'imposta, posa comprensiva di ogni lavorazione per tappi provvisori, giunzioni, inserimento nei pozzetti, rinfianco e rifiniture, collaudi.

### **2.6 Canalette e cordonate**

#### **2.6.1 Materiali**

Canalette, rivestimenti di fossi, cordonate, saranno costituiti da elementi prefabbricati in c.a.v., prodotti da aziende certificate UNI EN ISO 9001.

Gli elementi dovranno essere costituiti da calcestruzzo avente Rck non inferiore a 25 MPa.

Le superfici in vista degli elementi dovranno essere perfettamente

lisce.

Le caratteristiche dimensionali per ciascuna tipologia saranno conformi ai disegni di Progetto.

#### **2.6.2 Posa in opera**

La posa in opera dovrà avvenire su piani opportunamente preparati, anche mediante costipamento, in modo da evitare successivi cedimenti.

Ove previsto si procederà alla stesa di malta di allettamento.

I giunti verranno accuratamente stuccati, previa abbondante bagnatura.

Per gli elementi collocati lungo scarpate (ad es. canalette ad embrice) dovrà provvedersi all'ancoraggio mediante tondini in ferro secondo i disegni di Progetto o come disposto dalla Direzione Lavori.

Verrà posta ogni cura nella realizzazione degli allineamenti, e per gli elementi interferenti con la piattaforma stradale (imbocchi ad embrice, cordonature, ...) la precisa ubicazione in quota, in ragione del raccordo con la pavimentazione e della garanzia di un regolare deflusso delle acque.

#### **2.6.3 Controlli ed accettazione**

Per ogni partita di fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori documenti e le certificazioni relativi alla qualificazione ed ai controlli di produzione del fabbricante, secondo le disposizioni del D.M. 14.1.2.

#### **2.6.4 Controlli in cantiere**

La Direzione Lavori controllerà, prima della posa in opera, i diversi elementi per accertarne la corrispondenza alle caratteristiche dimensionali previste in Progetto e la regolarità delle forme e dei giunti.

Successivamente alla posa in opera degli elementi la Direzione Lavori controllerà la corretta esecuzione degli allineamenti planimetrici, dell'ubicazione altimetrica e della realizzazione dei giunti, disponendo il rifacimento di quanto non conforme al Progetto.

#### **2.6.5 Norme di misurazione**

I prezzi di elenco compensano ogni onere per fornitura, trasporto, carico, scarico, preparazione del piano di posa ed allettamento, ancoraggi, riempimenti in terra vegetale (per le mantellate ad articolato grigliato), realizzazione dei giunti, sia per gli elementi correnti sia per quelli speciali (imbocchi di embrici, raccordi e curve, ...).

### Art. 3 Conglomerati cementizi semplici e armati

#### 3.1 Materiali

##### 3.1.1 Aggregati

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE.

Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali.

Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane). Sarà cura dell'Impresa fornire alla Direzione Lavori le certificazioni di prove eseguite dall'impianto di betonaggio e/o dalla cavain sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava e comunque ogni **8.000 m<sup>3</sup>** di aggregati impiegati.

Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, la Direzione Lavori dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007).

Nella Tabella 2 sono riepilogati i principali requisiti degli aggregati e le prove cui devono essere sottoposti, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Tabella 2 - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI ACCETTABILITÀ	DI
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4	

Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA <sub>30</sub> Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria L.A. <sub>20</sub>
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	SO <sub>3</sub> ≤ 0,1%
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	≤ f <sub>1,5</sub>
	Aggr. grosso frantumato da roccia		≤ f <sub>4,0</sub>
	Sabbia non frantumata		≤ f <sub>3,0</sub>
	Sabbia frantumata		≤ f <sub>10</sub>
Equivalente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES ≥ 80 MB ≤ 1 g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme silice reattive,	- prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%

incluso quarzo ad estinzione ondulata	- metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl <sup>-</sup> < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-3 UNI EN 933-4	FI e SI $\geq 0,15$ (D <sub>max</sub> =32 mm) FI e SI $\geq 0,12$ (D <sub>max</sub> =64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2mm= 100 0,125 mm 85-100 0,063 m 75-100

È consentito l'impiego di aggregato di recupero dall'acqua di lavaggio in misura non superiore al 5% dell'aggregato totale.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere la minima richiesta d'acqua a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

Le singole frazioni necessarie a comporre la curva granulometrica non dovranno sovrapporsi per più del 15% e il diametro inferiore (d) della frazione (i+1)-esima dovrà risultare minore o uguale al diametro superiore (D) della frazione i-esima.

Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 45%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico dichiarato dal produttore (con tolleranza di  $\pm 10$  % rispetto alla curva di riferimento) ed approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m<sup>3</sup> di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia e al suo contenuto di fini allo scopo di ridurre al minimo il

fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio dovranno essere impiegate almeno tre dimensioni dell'aggregato delle categorie Gc85/20 per Dmax fino a 11,2 mm, Gc90/15 per Dmax maggiore di 11,2 mm e Gf85 per le sabbie (UNI EN 12620).

Rispetto alla dimensione massima dichiarata (Dmax) dell'aggregato combinato, deve essere presente una sovraclasse da 2 a 5 %.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 1/5 della dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (in tal caso dovrà risultare non maggiore del copriferro).

Per calcestruzzo pompato il modulo di finezza della sabbia dovrà essere compreso tra 2.4 e 3.0, la percentuale di passante al vaglio da 0.25mm dovrà essere compresa tra il 10 e il 20% in peso, la percentuale di passante allo 0.125 dovrà essere compresa tra il 5 e il 10% in peso;

### **3.1.2 Additivi**

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI EN 934-2, UNI 10765.

L'Appaltatore dovrà impiegare esclusivamente additivi muniti di Attestatodi conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbricacertificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE, secondo Le informazioni riportate nella certificazione di marcatura CE dovranno essere quelle pertinenti essenziali, tra quelle incluse nell'appendice ZA della UNI EN 934-2. I produttori dovranno operare con un sistema di gestione della qualità certificato secondo UNI 9001.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi (esclusivamente dello stesso produttore) l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione della loro compatibilità.

Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del documento di trasporto e l'Attestato di Conformità CE.

La quantità di additivo liquido che superi 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore o nell'autobetoniera contemporaneamente all'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

#### **3.1.2.1 Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità (vedi tab. 20H ) si farà costantemente uso di additivi riduttori d'acqua fluidificanti e superfluidificanti approvati dalla Direzione Lavori.

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi multifunzionali ad azione fluidificante-aerante, fluidificante-ritardante e fluidificante-accelerante. Non dovranno essere impiegati additivi contenenti cloruro in misura maggiore dello 0,10% in massa.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni riportate nella documentazione tecnica del fornitore.

La scelta degli additivi fluidificanti dovrà essere basata, tenendo conto della stagione d'impiego:

- sull'effettività capacità di riduzione d'acqua a consistenza S4-S5 per confronto con calcestruzzo privo di additivo . Tale capacità dovrà essere verificata con prove di laboratorio eseguite impiegando aggregati asciutti di cui sia noto l'assorbimento, ad una temperatura ambiente simile a quella prevedibile della stagione di impiego per ciascuna miscela,
- sul mantenimento della lavorabilità che deve essere appropriato alle lavorazioni ed alle stagioni previste, assicurando una perdita di slump non superiore a 20-40 mm tra la centrale di betonaggio e il punto di getto, anche per tempi fino a 90 minuti.

Per ottimizzare i risultati si dovrà usare un additivo superfluidificante a rilascio progressivo a base carbossilato etere, avente le seguenti caratteristiche con un dosaggio di 1.0 - 1.4l/100 kg di cemento:

- riduzione d'acqua non minore del 20 %,
- mantenimento della consistenza S4 per almeno 60 minuti,

#### **3.1.2.2 Additivi aeranti**

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo-disgelo, si farà costantemente uso degli additivi aeranti normalizzati nella UNI EN 934-2.

Ricadono in questa prescrizione:

- tutte le cunette, i muretti, i pulvini, le solette esposte anche solo parzialmente alla pioggia;
- tutti gli elementi strutturali situati a quote maggiori di 400 m slm, esclusi i precompressi; al di sotto di detta quota il progettista avrà stabilito se utilizzare calcestruzzi aerati in funzione delle condizioni climatiche prevalenti e dell'impiego di sale nelle operazioni invernali;

La percentuale di aria aggiunta varierà secondo quanto riportato nella Tabella in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI EN 12350-7.

Tabella 3 - Dosaggio richiesto di aria aggiunta

Dmax Aggregati (mm)	% aria aggiunta	
	Minimo	Massimo
10,0	4.5	8.5
12,5	4.0	8
20,0	3.5	7.5
25,0	3,0	7
40,0	2,5	6.5
50,0	2,0	5
75,0	1,5	3

L'Appaltatore dovrà adottare le opportune cautele affinché, per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente aggiunta al di sotto dei limiti della tabella. A tale scopo per la qualifica delle miscele aerate si dovrà procedere alla misura della differenza del contenuto d'aria del calcestruzzo fresco alla centrale di betonaggio e del calcestruzzo fresco dopo il trasporto, la posa in opera e la compattazione nel manufatto.

Il contenuto d'aria aggiunta nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nella UNI EN

480-11. Qualora si riscontri una carenza d'aria rispetto ai quantitativi minimi prescritti, si opererà un deprezzamento del 10% del conglomerato per ogni per cento di aria in meno, fino al 30 %.

Per gli elementi strutturali precompressi non si userà calcestruzzo aerato. Se si prevede l'esposizione a cicli gelo-disgelo, il calcestruzzo deve essere resistente al gelo e la verifica deve effettuarsi con un metodo di prova adatto per un calcestruzzo aerato (UNI 7087). In climi severi e dove si faccia usodi sale, per tali elementi si ricorrerà alla protezione superficiale mediante sistemi protettivi pellicolari.

Sui pulvini di opere situate in località in cui si prevedano le operazioni invernali, dovranno sempre essere applicati sistemi protettivi pellicolari.

### **3.1.2.3 Additivi ritardanti e acceleranti**

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche, dopo la maturazione a 28 d.

Gli additivi acceleranti di presa o di indurimento aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente la perdita di lavorabilità e lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

Preferibilmente verranno impiegati additivi multifunzionali ad azione fluidificante-ritardante o fluidificante-accelerante.

I tipi ed i dosaggi impiegati rispondenti alla normativa UNI EN 934-2, o UNI EN 10765 dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

## **3.2 Durabilità dei conglomerati cementizi**

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura per la presenza di solfati, cloruri, anidride carbonica aggressiva.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e

di esecuzione le Norme UNI 8981-1, UNI 8981-2 (2007), UNI EN 206-1 e UNI 11104.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista e con l'Appaltatore, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI.

La durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati, di anidride carbonica aggressiva e altri aggressivi nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alla UNI EN 206-1, alle Norme UNI 8981 e UNI 11104, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156 e 9606; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 20H.

In alternativa ad una prova globale di durabilità, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di permeabilità, prove di resistenza ai cicli di gelo disgelo, d'assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo sarà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti riportati nella Tabella.

Tabella 4 - Prova di resistenza al gelo. Variazioni ammesse

Riduzione del modulo d'elasticità:	20%
Perdita di massa:	2%
Espansione lineare:	0.2%

La prova di permeabilità all'acqua sarà eseguita secondo la Norma ISO 7031. Si richiede una penetrazione media non superiore a 50 mm.

La prova di permeabilità all'ossigeno sarà eseguita secondo UNI 11164. Per calcestruzzo impermeabile si richiede un coefficiente di permeabilità non superiore a  $1.5 \times 10^{-17}$  m<sup>2</sup>.

### 3.3 Tipi e classi dei conglomerati cementizi

Ai fini del presente Capitolato Speciale di Appalto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella Tabella 20G, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Ai fini dell'utilizzo della Tabella 20G il progettista avrà provveduto ad assegnare a ciascun elemento strutturale l'opportuna classe di esposizione conformemente alle prescrizioni contenute nel prospetto 1 della UNI 11104 (allegato 20.1), tenendo anche in considerazione la tabella dell'allegato 20.2.

Per tutte le strutture immerse o contro terra deve essere accertata la composizione dell'acqua e/o del terreno, allo scopo di assegnare la corretta classe di esposizione.

Qualora per un determinato elemento strutturale sussista l'appartenenza a diverse classi di esposizione, si adotteranno i valori di rapporto acqua/cemento, dosaggio di cemento e resistenza a compressione che soddisfano i requisiti di tutte le classi individuate.

Le prescrizioni della Tabella 5 sono vincolanti, salvo il caso di ristrutturazioni per le quali il progettista potrà motivare la scelta di classi di resistenza diverse

Tabella 5 - Tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi

Tip o di Cls	Classi di esposizione	Cementi (Ammissa)	Massimo Rapport o a/c	Minimo dosaggio di cemento	Classi di resist enzamini me R <sub>ck</sub>	Consisten za al cono UNI EN 12350- 2
I	XC4, XS1, XF1	CEM I CEM II	0.50	340	40 MPa	S4, S5

		CEM III CEM IV				
II	XA2	CEM III CEM IV	0,50	340	40 MPa	
	XA3		0,45	360	45 MPa	
III	XF2	CEM III CEM IV Con aria aggiunta (vedi Tabella ) ad esclusione del precompres so	0,50	340	30 MPa	
	XF4		0,45	360	35 MPa	
IV	XC3, XA1	CEM III CEM IV	0,55	320	35 MPa	
V	XC2	CEM III CEM IV	0.60	300	30 MPa	
	XA2		0,50	340	40 MPa	
	XA3		0,45	360	45	
VI	X0	Tutti			15 MPa	

### 3.4 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Appaltatore, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso) e del presente Capitolato Speciale, per la scelta dei materiali e la definizione delle miscele dovrà fare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali (UNI EN 206-1);
- resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$ ;
- durabilità delle opere (UNI 8981-1 e -2);
- lavorabilità (abbassamento al cono UNI EN 12350-2 o altre prove se previsto);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- tipi di additivi e di eventuali aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;

- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 12390-5;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032) (DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 5°C) o in clima caldo (al di sopra di 30°C);
- sviluppo di calore e innalzamento di temperatura nei getti
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Appaltatore intenderà utilizzare.

#### **3.4.1 Dossier di Prequalifica**

L'Appaltatore dovrà prequalificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima della qualifica all'impianto, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori un *DOSSIER DI PREQUALIFICA* contenente:

- a) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati e i dati di assorbimento delle varie dimensioni dell'aggregato;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria aggiunta, il valore previsto della consistenza al cono (o altro metodo se richiesto), per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) le caratteristiche dell'impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) la documentazione che attesta una produzione con processo industrializzato del calcestruzzo;
- f) i risultati delle prove prequalifica all'impianto;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

h) elaborati e relazioni di calcolo

### 3.4.2 Qualifica all'impianto

La qualifica all'impianto ha lo scopo di verificare sia l'efficienza dell'impianto, che dovrà essere sempre munito di FPC, sia le caratteristiche delle miscele che si devono produrre. I laboratori, saranno sia un Laboratorio Ufficiale o autorizzato indicato dalla Direzione Lavori sia, in parallelo, il laboratorio di cantiere.

Si dovranno effettuare, su almeno tre impasti consecutivi, le seguenti verifiche:

1. il valore medio della resistenza a compressione a 28 giorni ( $R_m$ ), misurato su almeno 4 prelievi (ciascuno di due provini) deve essere:

- per  $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$   $R_m \geq 1,25 R_{ck}$
- per  $30 \text{ N/mm}^2 < R_{ck} < 40 \text{ N/mm}^2$   $R_m \geq 1,20 R_{ck}$
- per  $R_{ck} < 30 \text{ N/mm}^2$   $R_m \geq 1,15 R_{ck}$

con valore minimo di ogni singolo provino  $R_i \geq R_{ck}$  ;

dovrà anche essere misurata la resistenza a compressione a 2 e 7 giorni.

2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata  $\leq 20$  mm. Salvo requisiti diversi definiti in Progetto o individuati dalla Direzione dei Lavori in funzione delle condizioni di impiego, la consistenza deve mantenersi:

- per almeno 60 minuti per temperature fino a  $20^\circ\text{C}$ ;
- per almeno 45 minuti per temperature fino a  $30^\circ\text{C}$ .

3. deve essere verificata l'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera; deve risultare:

- una differenza dell'abbassamento al cono non superiore a 30 mm,
- una differenza tra le percentuali in peso di passante al vaglio a maglia quadrata da 4 mm dei due campioni non superiore al 4%,

4. il rapporto acqua/cemento determinato secondo le modalità previste nella Norma UNI 6393, non deve differire di  $+ 0.03$  da quello dichiarato nella prequalifica;

5. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco dev'essere superiore al 98% del teorico;

6. il bleeding (secondo UNI 7122, p. 5.2) deve essere minore dello

0,1% dell'acqua di impasto.

Le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 2 e 7 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non devono discostarsi di  $\pm$  15% dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica.

Tutti gli oneri e gli eventuali ritardi causati dalle ripetizioni delle prove all'impianto di confezionamento saranno a totale carico dell'Appaltatore.

### **3.4.3 Autorizzazione ai getti**

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato il *DOSSIER DI PREQUALIFICA* dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio avendo effettuato le prove di qualifica all'impianto di betonaggio, in contraddittorio con l'Appaltatore.

L'approvazione delle proporzioni delle miscele da parte del Direttore dei Lavori non libera in alcun modo l'Appaltatore dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Qualora si rendesse necessaria una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Appaltatore impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso -prodotto da operatori esterni alla sua struttura, per il quale si richiama,oltre alle Linee Guida del Ministero dei Lavori Pubblici, la Norma UNI EN 206-1 - dovranno essere comunque:

- rispettate le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali,
- definite e qualificate le composizioni degli impasti,
- eseguite le prove di qualifica all'impianto,
- dovrà essere documentata la produzione con processo industrializzato.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con

materiali idonei ed avere classe di resistenza > 15 MPa.

### **3.5 Controlli in corso d'opera**

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica e l'utilizzo delle miscele previste per le varie parti delle opere.

L'Appaltatore dovrà disporre di almeno un Laboratorio (in cantiere, all'impianto di confezionamento o nelle immediate vicinanze) idoneo all'esecuzione di tutte le prove di qualifica e conformità del calcestruzzo fresco ed indurito e dei materiali costituenti, ad eccezione delle determinazioni chimiche e delle prove di permeabilità (profilo di penetrazione dell'acqua in pressione o coefficiente di diffusione).

Presso il laboratorio responsabile delle prove di qualifica dovranno essere disponibili le seguenti apparecchiature:

- Forno per essiccare;
- Setacci;
- Bilancia di portata fino a 20 kg e sensibilità 1 gr;
- Termometro a immersione per calcestruzzo;
- Porosimetro;
- Picnometro;
- Contenitore tarato per prove di massa volumica su calcestruzzo;
- Cono o tavola a scosse;
- Casseforme di acciaio o PVC per il prelievo di almeno 32 cubetti;
- Impastatrice da laboratorio;
- Piastra o ago vibrante;
- Sclerometro;
- Termometro a max-min;
- Contenitore ermetico ed alcool per il controllo del calcestruzzo fresco;
- Camera termostatica con umidificatore a nebbia o vasca termostatica di stagionatura dei provini di calcestruzzo.
- Pressa da laboratorio con carico massimo pari ad almeno 2000 kN
- Attrezzatura per la registrazione delle temperature del calcestruzzo durante la presa e l'indurimento, dotata di almeno sei termocoppie;
- Carotatrice idonea al prelievo di carote con diametro fino a 120 mm

### **3.5.1 Resistenza dei conglomerati cementizi**

La resistenza cubica dei conglomerati cementizi verrà controllata mediante i *controlli di accettazione*, che dovranno essere effettuati, per ciascuna opera o parte di opera, su tutte le miscele qualificate impiegate.

Il prelevamento dei campioni deve essere eseguito in modo tale che non sia possibile un cambiamento sostanziale delle proprietà significative e della composizione del calcestruzzo tra il momento del campionamento e quello della posa in opera.

Con il calcestruzzo di ciascun prelievo verranno confezionate, secondo le UNI EN 12390-1 e -2, impiegando casseforme cubiche calibrate, almeno due coppie di provini per il cemento armato e almeno tre coppie di provini per il cemento armato precompresso.

Il Direttore dei Lavori o un tecnico di sua fiducia provvederanno ad identificare ciascun provino mediante scritte indelebili su fascette di plastica inserite nella superficie del provino fresco e non rimovibili. I provini verranno lasciati nelle casseforme, protetti con pellicola di politene e riposti in ambienti chiusi a temperatura tra 15 e 25 °C. Dopo 16 ore ma non più di 3 giorni verranno trasferiti in laboratorio, sformati e posti in cella di maturazione a temperatura di  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidità relativa  $\geq 95\%$  oppure in acqua a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Per il cemento armato la prima coppia verrà provata a 7 giorni e la seconda a 28 giorni. Per il cemento armato precompresso si eseguiranno le prove a 3, 7 e 28 giorni. Il valore medio delle resistenze di ciascuna coppia verrà designato "resistenza di prelievo".

I valori delle resistenze di prelievo a 3 oppure a 3 e 7 giorni, verranno determinati presso il Laboratorio della Direzione dei Lavori e impiegati per confronto con i dati corrispondenti ottenuti in fase di qualifica all'impianto, per una contabilizzazione provvisoria in attesa dei dati a 28 giorni.

Nel caso che la resistenza ricavata dalle prove a 3 o 7 giorni risultasse inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Appaltatore possa accampare per questo alcun diritto.

Le resistenze di prelievo a 28 giorni verranno determinate dal Laboratorio Ufficiale secondo le UNI EN 12390-3 e 4, e verranno utilizzate per verifica della conformità della resistenza del calcestruzzo impiegato a quella di Progetto. La verifica verrà

eseguita con il metodo statistico (tipo B) mentre solo per volumi di miscela omogenea minori di 1500 m<sup>3</sup> potrà essere utilizzato il metodo tipo A.

#### **3.5.1.1 Controlli di accettazione con metodo Tipo A**

Un controllo di accettazione di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup> ed è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto. Per ogni giorno di getto va eseguito almeno un prelievo. Dovrà risultare per ogni gruppo di tre prelievi:

- $R_m \geq R_{ck} + 3.5$
- $R_l \geq R_{ck} - 3.5$

dove  $R_m$  è la resistenza media e  $R_l$  la minima dei tre prelievi, mentre  $R_{ck}$  è la resistenza caratteristica di Progetto. Per quantità minori di 100 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, si può derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

#### **3.5.1.2 Controlli di accettazione con metodo Tipo B**

Il controllo di tipo B, riferito a una definita miscela omogenea, va eseguito con una frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo. Per ogni getto di miscela va eseguito almeno un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

Devono essere verificate le disuguaglianze:

- $R_l \geq R_{ck} - 3.5$
- $R_m \geq R_{ck} + 1.4 s$

dove  $s$  è lo scarto quadratico medio

In entrambi i casi (controllo Tipo A o B), nulla sarà dovuto all'Appaltatore se la resistenza  $R_{ck}$  risulterà maggiore di quella indicata negli elaborati progettuali.

#### **3.5.2 Non conformità dei controlli di accettazione**

Se dalle prove eseguite presso il Laboratorio Ufficiale, risultassero non conformità nei controlli di accettazione, la Direzione Lavori aprirà delle non conformità che dovranno essere risolte, d'intesa con il Progettista, come stabilito nel seguito. Tutte le relative prove saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Verrà determinata la resistenza in sito del conglomerato, mediante carotaggio secondo UNI EN 12504, su carote del diametro di 10 cm o maggiore (almeno 3 volte il diametro massimo dell'aggregato); per ogni 100 m<sup>3</sup> di calcestruzzo non conforme si preleverà una serie di almeno 6 carote che verranno conservate fino all'approva in ambiente interno

asciutto (non in acqua).

L'altezza delle carote sarà uguale al diametro (con tolleranza di  $\pm 2\text{mm}$ ) e si scarteranno le carote contenenti barre di armatura, fratturate o con evidenti difetti. Le carote dovranno essere rettificate; non è ammessa cappatura con gesso. La planarità e parallelismo delle facce, conformi alla UNI EN citata, devono essere verificate con strumenti di appropriata sensibilità. Per carotaggio orizzontale il valore di resistenza verrà incrementato del 5%.

Se il valore medio di una serie di determinazioni di resistenza in sito non è inferiore all'85% di  $R_m$  (valore medio della resistenza) richiesto in Progetto, il calcestruzzo è giudicato direttamente accettabile, se invece detto valore medio è inferiore all'85% di  $R_m$ , il Progettista deve procedere al controllo della sicurezza della struttura in base alla resistenza in sito:

- se tale controllo è soddisfacente il calcestruzzo può essere accettato e non sono richieste ulteriori azioni, salvo l'applicazione di una penale proporzionale al 15 % (sul valore della lavorazione), per tutte le superfici ed i volumi per ogni 5 MPa del valore medio in meno rispetto alla resistenza caratteristica. Il Direttore dei Lavori potrà adottare ulteriori provvedimenti a seguito di una valutazione dell'effetto della resistenza ridotta sulla durabilità, in base alle prescrizioni della UNI 11104.
- se le verifiche della sicurezza non sono soddisfacenti l'Appaltatore sarà tenuto, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dallo stesso, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

### **3.6 Tecnologia esecutiva delle opere**

L'Appaltatore è tenuto all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore) nonché della Legge 02/02/1974 n. 64 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche) con relative istruzioni e successivi aggiornamenti e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare delle Norme UNI EN 206-1 e UNI EN 13670

#### **3.6.1 Confezione dei conglomerati cementizi**

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente approvati dalla Direzione Lavori in fase di

qualifica delle miscele.

Alla fine di ogni turno di lavoro l'Appaltatore dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non conformità del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa. È obbligatorio l'impiego di premescolatori fissi per i calcestruzzi aventi resistenza a compressione di 40 MPa o maggiore o aventi rapporto a/c di 0,45 o minore e per i calcestruzzi aerati.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, delle aggiunte minerali e del cemento e a volume per gli additivi; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio saranno quelli della Norma UNI EN 206-1; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati in funzione del quale dovrà essere corretto il dosaggio d'acqua di impasto.

Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

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

I silos del cemento e delle aggiunte minerali debbono garantire la tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

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

superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

### **3.6.2 Getti in clima freddo**

Ai fini del getto del calcestruzzo, il clima si definisce " freddo " quando la temperatura dell'aria è minore di 5 °C.

Per le considerazioni e prescrizioni seguenti si dovrebbe conoscere la massima caduta da un giorno all'altro della temperatura minima rilevata dagli osservatori meteorologici nei siti interessati nel periodo invernale

In caso di clima freddo occorre:

- assicurare il calcestruzzo giovane contro il rischio del congelamento; ciò si ottiene mantenendo la temperatura al di sopra dei valori di sicurezza successivamente indicati in tabella 1;
- realizzare la protezione dei manufatti impedendo un rapido essiccamento, che ostacolerebbe l'idratazione del cemento alla superficie del calcestruzzo;
- favorire la maturazione e controllare lo sviluppo di resistenza del calcestruzzo fino a raggiungere il livello necessario per la rimozione dei sostegni e delle casseforme.

Il periodo di tempo durante il quale si debbono mantenere in atto gli accorgimenti relativi ai tre punti precedenti viene designato "periodo di maturazione protetta".

#### **3.6.2.1 Mantenimento della temperatura del calcestruzzo per evitare il congelamento**

In clima freddo la temperatura del calcestruzzo nel tempo è funzione di diversi fattori, tra cui la temperatura iniziale all'atto dello scarico dalla betoniera, la temperatura dell'aria esterna, lo spessore del getto, l'eventuale impiego di sistemi protettivi; influiscono ovviamente anche il tipo di cemento, il dosaggio di cemento e il tipo di additivazione.

Allo scopo di impedire il congelamento del calcestruzzo, che potrebbe danneggiare severamente il materiale, la temperatura minima del getto (indicata nella tabella 20.I in funzione dello spessore minimo del manufatto e della temperatura dell'aria) deve essere assicurata per il periodo necessario (periodo di maturazione protetta) affinché la resistenza del calcestruzzo raggiunga un valore di almeno 5 Mpa. A questa resistenza corrisponde la capacità del calcestruzzo di poter sopportare un ciclo di congelamento senza subire danni; successivamente, al termine della maturazione protetta, la cassaforma e l'eventuale coibentazione possono essere rimosse.

Nella Tabella vengono altresì riportate le temperature minime del calcestruzzo raccomandate in centrale per durate del trasporto inferiori ai 30 minuti.

Per trasporti di maggiore durata si può usare l'equazione seguente, che dà la perdita di temperatura  $dT$  durante il trasporto:

- $dT = 0.25 (T_r - T_a) \cdot t$

in cui  $T_r$  è la temperatura richiesta in centrale,  $T_a$  è la temperatura dell'aria e  $t$  la durata del trasporto in ore;  $dT$  è quindi il valore da aggiungere ai valori raccomandati in centrale.

Nella stessa Tabella vengono altresì riportati i massimi valori ammissibili di abbassamento della temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione ovvero dopo la rimozione dei sistemi coibenti per evitare shock termico.

Tabella 6 - Temperature del calcestruzzo

Temperatura dell'aria	Minima dimensione della sezione, mm			
	300 (solette)	300-900 (muri)	900-1800	> 1800 (pile e plinti)
Minima temperatura ammessa del calcestruzzo dopo il getto, fino alla fine della maturazione protetta, °C				
Da 5 a -15 °C	13	10	7	5
Minima temperatura richiesta del calcestruzzo alla centrale, per durata del trasporto < di 0.5 ore.				
> -1	16	13	10	7
Da -15 a -1	18	16	13	10
Massimo ammissibile abbassamento superficiale di temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione				
	25	22	17	11

### 3.6.2.2 Coibentazione

Per la durata della maturazione protetta, allo scopo di mantenere la temperatura del calcestruzzo nelle casseforme al di sopra dei limiti assegnati in Tabella 7, si deve far uso di appositi sistemi di coibentazione fino a quando la resistenza a compressione del calcestruzzo abbia raggiunto 5 Mpa.

La coibentazione dei manufatti deve essere realizzata con le modalità seguenti:

- per i getti con ampie superfici orizzontali (solette) si deve ricorrere a materassini isolanti di lana di vetro o di roccia

applicare subito dopo la rifinitura delle superfici;

- per i getti in cassero (plinti, pile e pulvini) si devono usare cassaforme coibentate.

In funzione del tipo di manufatto e della temperatura minima prevedibile, la Tabella indica la Resistenza termica minima ( $R = m^2 \cdot ^\circ C/W$ ) della cassaforma coibentata o del materassino da utilizzare.

Tabella 7 - Resistenza termica ( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ) della coibentazione per manufatti tipo;

Spessore minimo, mm	Temp. Minima prevista, $^\circ C$	Solette	Pile, muri	Pulvini
< 300	Fino a -5	0.8		
	Fino a -15	1.41		
500-1200	Fino a -5		0.5	
	Fino a -15		0.7	
> 1800	Fino a -15			.35

### 3.6.2.3 Protezione

Dopo la posa in opera e lo scassero le parti esposte all'aria dei manufatti andranno protette contro l'essiccamento prematuro, come specificato al punto 20.6.13.

### 3.6.2.4 Requisito di resistenza

Qualora esista un requisito di resistenza minima all'atto dello scassero o della rimozione dei sostegni, si dovrà utilizzare il metodo della determinazione della maturità del calcestruzzo mediante sonde termometriche a registrazione inserite nel calcestruzzo e curve di taratura maturità/resistenza. A tale scopo si dovrà fare riferimento alla Norma ASTM C 1074 per la procedura appropriata.

In alternativa si potranno utilizzare maturometri del tipo COMA Meter della Germann ([www.germann.org/products/comameter.htm](http://www.germann.org/products/comameter.htm))

### 3.6.2.5 Ulteriori precauzioni

Qualora all'interno dei manufatti siano contenuti oggetti metallici di dimensioni notevoli (ed eventualmente anche di calcestruzzo indurito) dovranno essere prese delle precauzioni per evitare che a bassa temperatura questi oggetti possano raffreddare il calcestruzzo adiacente.

Le casseforme dovranno essere prive di neve e ghiaccio e la loro temperatura non dovrà causare il congelamento del calcestruzzo al contatto.

#### **3.6.2.6 Misure di temperatura**

All'interno dei manufatti indicati dalla Direzione dei Lavori debbono essere disposte termocoppie allo scopo di verificare, ogni 2 ore, la temperatura del calcestruzzo. Sono da preferire sistemi automatici muniti di data-logger.

La posizione delle termocoppie dovrà trovarsi nei punti più critici, in particolare in corrispondenza di vertici e spigoli.

#### **3.6.3 Getti clima caldo**

Durante la stagione calda, se la prevedibile temperatura ambiente supera i 30 °C, dovranno essere adottate opportune precauzioni, per evitare:

- gli effetti di una più rapida perdita della lavorabilità del conglomerato,
- i rischi della fessurazione da ritiro plastico,
- disidratazione rapida della superficie libera dei manufatti dopo la presa,
- eccessivi aumenti della temperatura all'interno dei manufatti, specialmente se la classe di resistenza è elevata e lo spessore minimo supera 0,5 m (si veda anche paragrafo sui getti massicci).

A tale scopo verranno utilizzate miscele qualificate in condizioni analoghe a quelle previste, con l'opportuna additivazione; le superfici esposte all'ambiente dovranno essere opportunamente protette.

La temperatura del calcestruzzo fresco non dovrà essere superiore a 25 °C: a tale scopo si dovranno adottare opportuni accorgimenti, quali il raffreddamento dell'acqua se sufficiente e degli aggregati se necessario.

È ammesso il raffreddamento degli aggregati mediante innaffiamento con acqua fredda; in questo caso il sistema per la misura del contenuto d'acqua dell'aggregato dell'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere verificato quotidianamente mediante la misura del rapporto acqua/cemento secondo UNI 6393.

La Direzione Lavori procederà a misure della temperatura del calcestruzzo fresco che verrà rifiutato qualora questa risulti superiore al limite suddetto.

#### **3.6.4 Trasporto e consegna**

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e

comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Il DdT (Documento di Trasporto) di ciascuna consegna di calcestruzzo dovrà riportare la designazione di qualifica della miscela, la sua ricetta, la registrazione delle pesate e i valori di umidità dell'aggregato.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La miscela qualificata di calcestruzzo dovrà avere un mantenimento della lavorabilità idoneo per la durata massima prevista del trasporto, anche in funzione delle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti; i quantitativi rifiutati, non potranno essere oggetto di successive "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Appaltatore.

In particolare, se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Appaltatore e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

### **3.6.5 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco**

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 20.5 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva

la facoltà di prelevare quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding secondo UNI 7122).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350.

Detta prova sarà effettuata nei pressi del getto ogni qualvolta la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, e comunque almeno una prova ogni 100mc di miscela omogenea, o giorno di getto nel caso di getti inferiori ai 100mc.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nel mix-design di prequalifica.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di  $\pm 2$  cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di successive manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm.

La percentuale in peso di aggregato grosso nei due campioni non dovrà differire più del 6%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria secondo la Norma UNI EN 12350-7 è richiesta per tutti i calcestruzzi aerati e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera. Quando il contenuto percentuale d'aria aggiunta non sarà quello preliminarmente stabilito (si veda il punto

20.1.2.2), l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di successive manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393, almeno una volta per ogni giorno di getto.

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

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

### **3.6.6 Casseforme e posa in opera**

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5 e 25°C, salvo diverse prescrizioni del progettista.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di Progetto e delle presenti Norme. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di Progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verificino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

L'Appaltatore dovrà progettare le cassaforme e le relative strutture

di contrasto, (in particolare per manufatti di altezza rilevante gettati velocemente e con conglomerato di consistenza S5o SCC), in modo tale da evitare rischi connessi alla pressione del calcestruzzo fresco. Si dovrà fare riferimento al Progetto di Norma SS UNI U50.00.206.0 o successivi aggiornamenti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

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

Si dovranno rimuovere dall'interno dei casseri e della superficie dei ferri d'armatura eventuali residui di ghiaccio o di brina eventualmente venutasi a formare durante le ore notturne.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di stagge vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o

irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Appaltatore mediante uno strato di materiali idonei che, secondo i casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 1,5 cm sotto la superficie finita e le cavità risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

Dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri saranno fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà scendere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso, mediante rastrelli o stagge, in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. Nel caso di getti di notevole estensione i punti di getto non dovranno distare più di cinque metri uno dall'altro (salvo l'impiego di calcestruzzo autocompattante).

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

### **3.6.7 Compattazione**

Dopo la posa in opera tutto il calcestruzzo dovrà essere compattato mediante vibrazione allo scopo di minimizzare il contenuto d'aria

intrappolata (non aria aggiunta) fino al contenuto fisiologico in relazione al diametro massimo (si veda la Tabella ). Si impiegheranno vibratorii interni di ampiezza e frequenza adeguata per il calcestruzzo in lavorazione. I vibratorii si dovranno inserire verticalmente ed estrarre lentamente dal conglomerato.

È vietato l'impiego dei vibratorii per distribuire l'eventuale calcestruzzo a bassa consistenza scaricato sulle casseforme. Durante l'uso, si dovrà inserire ed estrarre lentamente il vibratore nel calcestruzzo fresco allo scopo di evitare difetti localizzati.

La Direzione Lavori potrà disporre la verifica dell'efficacia della compattazione sia mediante prelievo di calcestruzzo fresco dopo la posa in opera e vibrazione e misura del contenuto d'aria secondo UNI EN 12350-7 sia sul conglomerato indurito, ad esempio mediante confronto con le foto della BS 1881 o mediante la determinazione della massa volumica delle carote. Qualora il contenuto di aria risultasse eccessivo, la Direzione Lavori potrà ricorrere a misure adeguate, fino alla sospensione dei lavori.

Tabella 8

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Tenore limite dell'aria inglobata (%)
12	2.5
20	2
25	1.5
31.5	1.5

Informazioni estese per la compattazione del calcestruzzo sono contenute nella ACI 309 "Guide for Consolidation of Concrete" dell'American Concrete Institute, .

### **3.6.8 Riprese di getto**

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di Progetto. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il

lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Appaltatore non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

Queste saranno realizzate mediante spruzzatura d'additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco subito prima della sospensione del getto; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà (entro 24 ore) all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio; la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

Se l'interruzione dei getti si protrae per tempi non superiori a 20 ore, è ammessa la realizzazione di manufatti monolitici mediante posa in opera di un ultimo strato contenente additivo ritardante, dosato in modo tale da prolungare la presa per il periodo necessario. Su questo, ancora capace di accogliere un vibratore, potrà essere gettato lo strato successivo e i due strati potranno essere vibrati simultaneamente.

Impiegando questa tecnologia, si dovrà impedire l'essiccamento del calcestruzzo dello strato di attesa, mediante coperture impermeabili o teli mantenuti bagnati.

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori la miscela ritardata, eseguendo anche prove di presa in calcestruzzo secondo UNI 7123.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi. Si farà uso a tale scopo di tubo getto, adottando gli accorgimenti necessari affinché venga realizzata una separazione all'interno del tubo tra l'acqua e il calcestruzzo in fase di getto iniziale. A regime il tubo getto dovrà essere pieno di calcestruzzo ed inserito per almeno 50 cm nel calcestruzzo già gettato. La Direzione Lavori dovrà vietare che il tubo getto venga sollevato ed abbassato per facilitare il flusso del conglomerato

### **3.6.9 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi (favorito da tempo secco e ventilato) e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo immediatamente dopo il getto, sia mediante continua bagnatura con acqua nebulizzata, evitando ruscellamento d'acqua, sia con applicazione di teli di tessuto da mantenere bagnati, sia infine con teli di plastica.

I prodotti antievaporanti (curing), dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656. ed il loro dosaggio essere approvati dalla Direzione Lavori.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i provvedimenti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di  $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$ .

Qualora sulla superficie di manufatti, in particolare delle solette di impalcato si rilevi la formazione diffusa di cavillature (apertura minore di 0,3 mm) in misura giudicata eccessiva dalla Direzione Lavori, sarà a carico dell'Appaltatore l'applicazione sull'intera superficie di manufatti una rasatura (spessore di 1-2 mm) di prodotto impermeabile polimero cementizio.

Nel caso che sui manufatti si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0,3 mm, in misura complessivamente minore di un metro lineare per 250 m<sup>2</sup>,

l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sigillatura mediante iniezione di dette fessure con resina epossidica extra fluida.

Se il fenomeno fessurativo risultasse ancora più intenso, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

#### **3.6.10 Disarmo e scasseratura**

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito nella UNI EN 13670-1 (Tabella 20L).

#### **3.6.11 Protezione dopo la scasseratura**

Al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, per effetto del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere alla stagionatura protetta.

Per la stagionatura e la protezione sono utilizzabili, separatamente o in sequenza, i metodi seguenti:

- mantenere nella sua posizione la cassaforma;
- coprire la superficie del calcestruzzo con membrane impermeabili assicurate agli spigoli e ai giunti, per prevenire la formazione di correnti d'aria;
- porre teli bagnati sulla superficie e assicurarsi che restino bagnati;
- mantenerbagnata la superficie del calcestruzzo mediante irrigazione con acqua;
- applicazione di un idoneo prodotto stagionante.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della UNI EN 13670-1. La Tabella fornisce la durata richiesta della stagionatura.

Tabella 9 - Periodo minimo di protezione in funzione della temperatura superficiale del calcestruzzo e della velocità di sviluppo della resistenza (da UNI EN 13670.1)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t), °C	Minimo periodo di stagionatura, giorni <sup>1), 2)</sup>			
	Sviluppo di resistenza del calcestruzzo <sup>4)</sup> (Rc medio 2 d / Rc medio 28 d) =r			
	rapido r ≥ 0.50	medio r ≥ 0.30	lento r ≥ 0.15	molto lento r < 0.15
t ≤ 25	1.0	1.5	2.0	3.0
25 > t ≥ 15	1.0	2.0	3.0	5
15 > t ≥ 10	2.0	4.0	7	10
10 > t ≥ 5 <sup>3)</sup>	3.0	6.0	10	15
1) più l'eventuale tempo di presa eccedente le 5 ore 2) è ammessa l'interpolazione lineare tra i valori delle righe 3) Per temperature sotto 5°C, la durata deve essere aumentata per un tempo uguale al periodo sotto 5°C 4) Lo sviluppo di resistenza del calcestruzzo è il rapporto tra la resistenza media a 2 giorni e la resistenza media a 28 giorni, determinato dalle prove di prequalifica.				

### 3.6.12 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Quando previsto in Progetto, le murature in conglomerato cementizio saranno rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento.

Qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate, nulla è dovuto all'Appaltatore per gli eventuali oneri che dovessero derivarle

dalla necessità di coordinare le rispettive attività.

### **3.6.13 Predisposizione delle armature per c.a.**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. Al fondo delle cassaforme si useranno elementi prefabbricati in fibrocemento di sezione quadrata o triangolare, scegliendo prodotti di resistenza prossima a quella del conglomerato. Lungo le pareti verticali si dovranno impiegare distanziatori ad anello in materiale plastico;

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione Lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto delle indicazioni contenute negli Eurocodici.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

In presenza di ferri d'armatura zincati od in acciaio inox, il filo utilizzato per le legature dovrà avere le stesse caratteristiche dell'acciaio da sottoporre a legatura.

L'Appaltatore, con riferimento alla UNI EN 13670.1, dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di Progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Appaltatore l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

### **3.7 Elementi prefabbricati**

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati richiede la preventiva autorizzazione della Direzione Lavori che potrà essere rilasciata solo dopo aver esaminato la documentazione prevista dall'art. 9 della Legge 1086 (predisposta dall'Appaltatore) e verificato la previsione d'utilizzo del manufatto prefabbricato e del suo organico inserimento nel Progetto.

### **3.7.1 Prefabbricati prodotti in stabilimento**

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato, avvalendosi di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Il produttore dovrà operare predisponendo un sistema di gestione della qualità del prodotto secondo le norme UNI 9001, certificato da parte di un organismo terzo indipendente.

È ammesso l'impiego di prefabbricati realizzati con calcestruzzo fibrorinforzato. Il produttore dovrà sottoporre all'approvazione del direttore dei lavori un dossier di qualifica in cui venga descritto il processo produttivo e dettagliate le caratteristiche del calcestruzzo e dei materiali impiegati. Dovrà inoltre consegnare una campionatura che costituirà il riferimento per la qualità della facciavista dei manufatti.

Il Direttore dei Lavori dovrà provvedere, con la frequenza che riterrà opportuna, ad eseguire controlli sui prodotti consegnati, in particolare in merito alla documentazione di stabilimento e al rispetto del copriferro e della facciavista.

Sarà facoltà del Direttore dei lavori provvedere direttamente all'esecuzione di controlli sulla resistenza del calcestruzzo usato in produzione, con le stesse modalità previste per i controlli di accettazione. Inoltre potranno essere eseguite a campione prove di resistenza del calcestruzzo nel manufatto, mediante carotaggio.

## **Art. 4 Acciaio per c.a.**

### **4.1 Generalità**

Gli acciai per armature di c.a. devono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dal D.M. vigente (D.M. 20/02/2018, norma emanata in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n.1086) ed alle indicazioni delle norme armonizzate EN 10080 secondo quanto previsto dal D.M. 15/05/06 per i materiali da costruzione.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

E' ammesso esclusivamente l'utilizzo di acciai qualificati e dotati di marcatura CE ai sensi del Regolamento UE n°305/2011; inoltre ciascun

prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile.

L'unità di collaudo per acciai per c.a. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione). Ogni fornitura di peso inferiore a 30 t deve essere considerata un'unità di collaudo indipendente così come ogni fornitura di prodotti aventi caratteristiche differenti o realizzati con processi produttivi differenti anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato della copia dell'attestato di qualificazione del S.T.C. (Servizio Tecnico Centrale Min. Infrastrutture) sul prodotto di origine, del documento di trasporto dell'acciaieria, della marcatura di origine; nel caso in cui la fornitura provenga da un commerciante o da un centro di trasformazione intermedio dovrà essere inoltre presente il documento di trasporto del fornitore e nel secondo caso la specifica marcatura che identifica in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Appaltatore, dal cantiere stesso.

#### **4.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata qualificato -Fe B450C e B450A (ex Fe B44K)**

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 20/02/2018) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

	<b>Classe C</b>	<b>Requisito o frattile (%)</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)	$\geq 450$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $F_{tk}$ (MPa)	$\geq 540$	5.0
Valore minimo di $k = (f_t / f_{yk})$	$\geq 1.15$ $< 1.35$	10.0

Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%)		$\geq 7.5$	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) $\leq 8$ $> 8$	$\pm 6.0$ $\pm 4.5$	5.0

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		<b>Classe A</b>	<b>Requisito o frattile (%)</b>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)		$\geq 450$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $F_{tk}$ (MPa)		$\geq 540$	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})(*)$		$> 1.05$	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%) (*)		$\geq 2.5$	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) $\leq 8$ $> 8$	$\pm 6.0$ $\pm 4.5$	5.0

Per quanto concerne l'accertamento delle caratteristiche meccaniche i valori di resistenza ed allungamento di ogni campione, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente relativa ai valori di accettazione:

<b>caratteristiche</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Note</b>
$f_y$ 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>
$A_g$ minmo	$> 6.0\%$	Per acciai B450C
$A_g$ minmo	$> 2.0\%$	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1.13 \leq f_r/f_y \leq 1.37$	Per acciai B450C

Rottura/snervamento	$f_r/f_y \geq 1.03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

#### 4.2.1 Controlli

I controlli sulle barre di acciaio ad aderenza migliorata (B450C e B450A), devono essere eseguiti secondo le indicazioni del D.M. in vigore.

Resta nella discrezionalità della Direzione Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni.

#### 4.2.2 Connessioni tra le barre

Le connessioni fra le barre di armatura dovranno essere realizzate con le seguenti modalità:

- Legatura con filo di ferro ricotto
- Saldature eseguite in conformità alle norme vigenti sulle saldature e previa verifica della compatibilità del metallo di apporto
- Manicotti filettati (dovranno in ogni caso essere utilizzati prodotti omologati).

#### 4.3 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili di diametro compreso fra 6 e 16 mm per quelle costituite con acciaio B450C e, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per quelle costituite con acciaio B450A.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.

La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati con le medesime procedure di cui al punto 24.2.

### Art. 5 Recinzioni metalliche

#### 5.1.1 Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate

Sarà realizzata a protezione e delimitazione dell'area interessata dalla posa dei separatori di idrocarburi interrati, nelle zone intercluse dall'asse autostradale A5 e le rampe A ed E.

Sarà composta da una rete del tipo R.3.A, ma di altezza 180,3 cm.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno l'altezza di 185 cm dal piano di campagna e saranno disposti secondo indicazioni della DL, protetti da un rivestimento dello stesso tipo, precedentemente descritto. Il loro modulo di resistenza minimo  $W_x$  e  $W_y$  sarà di 2,30 cm<sup>3</sup>.

La rete sarà fissata ai montanti con le stesse modalità della precedente con graffette inox ogni 30 cm.

## **5.2 Qualità dei materiali - Prove**

### **5.2.1 Qualità dei materiali**

#### 1) Caratteristiche dell'acciaio.

I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR.

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm<sup>2</sup>, mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm<sup>2</sup>.

#### 2) Tolleranze dimensionali.

Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di  $\pm 0,05$  mm.

#### 3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante). In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m<sup>2</sup>.

Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega, non dovrà superare il 5%.

#### 4) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.

Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/VII 1968.

Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m<sup>2</sup>. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95.

Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

### **5.2.2 Prove sui materiali**

#### 1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

#### 2) Prove di corrosione.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:

- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di  $80 \pm 2$  °C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di  $\pm 20$  °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:

- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco.

- Determinazione dello spessore dello strato di zinco.
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco.
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:

- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

### **5.3 Accettazione dei materiali**

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9001 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa

le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni. La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno. Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore:

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:

- un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:

- un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

#### **5.4 Modalità d'esecuzione**

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno lungo il perimetro della zona interessata dall'installazione dei separatori di idrocarburi.

L'Appaltatore dovrà predisporre per una fascia larga 1,00 m circa e per le tratte previste dal Progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante

di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione.

I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un ricalzo con terra o altro materiale analogo.

La misurazione della fornitura in opera sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

## **Art. 6 Separatore di idrocarburi**

### **6.1.1 Definizione**

Impianto per la separazione delle sostanze leggere non emulsionate presenti nei reflui, in particolar modo, acque meteoriche di dilavamento ed acque di processo.

### **6.1.2 Conformità**

L'impianto è marcato CE in conformità alle norme EN 858-1 Classe di scarico I (5 mg/l). La marcatura CE dichiara la conformità alle prescrizioni dell'allegato ZA alla norma EN 858-1 e in particolare che l'impianto, se sottoposto al test di prestazione nelle condizioni previste dalla norma, rispetta i limiti di scarico richiesti. Per la conformità dell'installazione, viene richiesta anche la presenza di una sonda di allarme per eccessivo accumulo delle sostanze separate.

### **6.1.3 Descrizione del sistema**

La separazione delle sostanze leggere, viene ottenuta, facendo aggregare le particelle più piccole, rendendole di dimensioni tali da rendere estremamente rapida la loro flottazione.

Il refluo passa attraverso i pacchi alveolari in condizioni di moto laminare, le particelle, nella fase di risalita, vengono intercettate

dalla parte superiore dei canaletti e scorrendo verso l'alto si aggregano ad altre particelle.

Le particelle di maggiori dimensioni, flottano rapidamente in superficie dove si accumulano progressivamente e da cui dovranno essere periodicamente rimosse.

#### **6.1.4 Componenti**

Decantazione:

- Volume: 100 l x TN

Equipaggiamenti:

- Deflettore in ingresso

Separazione degli idrocarburi:

- Sistema coalescente: blocchi lamellari alveolari in polipropilene

- Otturatore a galleggiante

- Capacità minima di stoccaggio idrocarburi: 100 x TN (l)

Taratura standard dell'otturatore:

- Densità 0,85

By-pass a umido dimensionato per accettare le portate in ingresso superiori alla TN del separatore fino ad una portata totale di 5 x TN.

Pozzetto di raccolta di valle e pozzetto sfioratore di monte.

#### **6.1.5 Caratteristiche costruttive**

Manufatto prefabbricato in C.A.V. ad alta resistenza, garantito a tenuta stagna, realizzato in conglomerato cementizio avente resistenza a compressione C35/45, conforme alle prescrizioni previste nella norma UNI EN 206-1:2006. Tutti i materiali sono verificati secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 20/02/2018 e circolare esplicativa correlata).

Le solette di copertura prefabbricate in c.a.v. sono carrabili e verificate per carichi stradali di I categoria, dotate di chiusini di ispezione in ghisa classe D400 luce netta minima 600 mm.

L'impianto di trattamento, nel rispetto di quanto indicato nel D.Lgs n.152 del 03/04/2006 art. 113 parte III, è realizzato secondo le UNI EN 858-1 e UNI EN 858-2, dotato di marcatura CE, e scarica le acque nel rispetto dei limiti relativi al D.Lgs 152/06 per scarico in rete fognaria o in acque superficiali. L'impianto è costruito da azienda in possesso di certificazione di Sistema di Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2008.

#### **6.1.6 Criteri di dimensionamento**

Tempo di transito minimo di 190 s

Rapporto portata massima ammessa/portata trattata: 5

#### **6.1.7 Caratteristiche idrauliche**

Taglia TN 250

Portata di punta ammessa l/s 1250 (5TN)

Volume utile totale l 48081

Volume di decantazione l 25000

Volume stoccaggio idrocarburi l 2500

#### **6.1.8 Ricezione del manufatto**

Al momento della ricezione verificare la conformità di quanto consegnato con il documento di trasporto e con l'ordine corrispondente.

#### **6.1.9 Movimentazione e stoccaggio del manufatto**

I manufatti sono consegnati in cantiere su camion. In funzione delle dimensioni, i camion potranno essere scaricabili superiormente o lateralmente o dalla parte posteriore. In funzione delle dimensioni e del peso l'Impresa dovrà munirsi di adeguate attrezzature per lo scarico seguendo le regole di sicurezza. La movimentazione dall'alto avverrà con gru dotata di funi da agganciare agli anelli superiori utilizzando un dispositivo per la ripartizione in verticale dei carichi. La movimentazione laterale avverrà con muletto dotato di forche di adeguate dimensioni. Occorrerà sollevare esclusivamente manufatti vuoti e non passare al disotto dei carichi. Movimentare e posare i manufatti con delicatezza non facendoli scivolare sul suolo. Fare particolare attenzione ai manicotti ed al rivestimento degli apparecchi. I manufatti devono essere stoccati al di fuori delle zone di circolazione, protetti dalla pioggia e posati a terra, in piano, non soggetti all'azione del vento.

#### **6.1.10 Modalità di posa in opera**

I manufatti devono essere strutturalmente dimensionati e costruiti per resistere ad un carico corrispondente a rinterro orizzontale uniformemente ripartito di 50 cm. Non è previsto il transito di veicoli o lo stoccaggio di carichi pesanti al di sopra dei serbatoi.

Lo scavo sarà sufficientemente ampio per accogliere il serbatoio lasciando tutto attorno almeno 50 cm in modo da evitare che il manufatto sfregghi contro le pareti. Questo spazio permetterà di eseguire in modo agevole e corretto la compattazione e che il materiale sia sufficientemente omogeneo.

Occorre regolarizzare il fondo dello scavo con un getto di calcestruzzo magro, realizzare una platea in c.a. di spessore minimo pari a 30 cm armata come da indicazioni progettuali al fine di evitare cedimenti, posare un doppio telo di geotessile non tessuto per evitare il contatto diretto della base del manufatto con la struttura in calcestruzzo.

Una volta posato il manufatto, riempire lo scavo attorno al manufatto secondo la procedura seguente:

- il riempimento deve essere effettuato per strati di 20 - 30 cm con della sabbia compattata;
- contemporaneamente il serbatoio deve essere riempito con acqua chiara in egual misura per compensare le spinte dovute al compattamento ed evitare la deformazione del serbatoio stesso.

Lo strato di riempimento sopra il serbatoio può essere fatto secondo la seguente procedura:

- il materiale deve essere posato e compattato per strati di 20 - 30 cm;
- la compattazione può essere fatta tramite bagnatura del terreno;
- il materiale deve contenere una limitata percentuale di elementi fini o grossolani.

Preferire materiale con un ridotto indice di frantumazione la cui messa in opera richiede un limitato livello di energia.

Il raccordo con la fognatura in ingresso ed uscita deve essere a tenuta stagna.

#### **6.1.11 Messa in funzione**

Accertarsi che tutti gli equipaggiamenti interni siano al loro posto e che nessun attrezzo o altro materiale sia stato dimenticato all'interno del separatore.

Riempire tutti gli scomparti del separatore con acqua pulita fino al tubo di uscita, facendo attenzione che l'otturatore nella camera di separazione degli oli sia libero di galleggiare.

Verificare che l'otturatore automatico galleggiante segua il livello dell'acqua.

## NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

### **Art. 1 Scavi e rilevati**

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni raggugliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea che in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

In riferimento al trasporto dei materiali, per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

#### **1.1 Scavi**

##### **1.1.1 Scavi in genere**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari alla esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica della idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento di eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

Verranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m<sup>3</sup>, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra.

#### **1.1.2 Scavi di sbancamento**

Tali si intendono quelli definiti nell'apposita sezione del presente Capitolato Speciale di Appalto. Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto di opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

#### **1.1.3 Scavo di fondazione**

Tali si intendono quelli definiti nell'apposita sezione del presente Capitolato Speciale di Appalto o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Verranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli di Elenco prezzi ed a questi verranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato come eseguito all'asciutto.

Si ribadisce quanto stabilito precedentemente in ordine alle competenze degli oneri per l'espletamento delle pratiche di autorizzazione allo scarico nonché per i provvedimenti necessari all'eventuale trattamento delle acque.

## **1.2 Preparazione del piano di posa**

### **1.2.1 Rilevati**

Gli articoli dell'Elenco prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.

Nel caso di eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, verrà contabilizzato a parte con il relativo articolo di Elenco prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico verrà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

### **1.2.2 Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene**

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo di Elenco prezzi è compresa anche la graffatura.

### **1.3 Formazione di rilevati provvisionali e riempimenti di cavi**

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti dagli scavi, risulterà uguale alla somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori. Detto materiale verrà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati provvisionali e di riempimenti di cavi comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

- prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da scavi avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti verranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate verrà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco prezzi applicato per il nucleo del rilevato.

L'articolo dell'Elenco prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, verrà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco prezzi.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detraranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.

Non verranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori. Verranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento.

La sistemazione a riempimento di cavi verranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi.

#### **Art. 2 Conglomerati cementizi**

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, verranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro di armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m<sup>3</sup> ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture di impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli di Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.);

- la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature nonché le attrezzature e macchinari per la confezione,
- l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri,
- la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche,
- l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive;
- la vibrazione,
- la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.;
- la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate;
- il taglio di fili, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di gettoe quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del

conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti richiesti, verrà decurtato del 15% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, si intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Quando sia prevista in progetto o venga prescritta dalla Direzione Lavori la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi di elenco delle singole lavorazioni relative alla costruzione degli impalcati stessi.

Nel caso di ripristino di elementi strutturali, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera con la frequenza che riterrà opportuna le prove di controllo dei requisiti.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adequamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per

tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo.

Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

### **Art. 3 Casseforme - Armature - Centinature**

Casseforme, armature di sostegno e centinature saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco prezzi. Tali articoli di Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

#### **3.1 Armature**

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano

d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine di archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli di Elenco prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.

Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle di opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi gli articoli verranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

### **3.2 Acciaio per c.a.**

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi verrà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai verrà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto di ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI 6407/88.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione verrà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.

Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.

#### **Art. 4 Manufatti metallici**

I manufatti in acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli di Elenco prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura di apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta tolleranza non si applica nel caso di appalti a corpo.

Se il peso effettivo risulterà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo risulterà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto. Viene pertanto esclusa la pesatura cumulativa di elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopraccitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli di Elenco.

Per i manufatti in acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, dimensionalmente e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa.

Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di progetto.

Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di progetto verrà computata solo quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti. Si intendono comunque compresi nei relativi articoli di Elenco prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature di grado SA 2½ della SVENSK STANDARD SIS, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti.

Nel caso di manufatti in ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti in plastica per i parapetti.

#### **Art. 5 Canalette - rivestimento di cunette e fossi**

Le canalette ad embrice saranno computate misurando l'effettivo sviluppo lungo il loro asse senza tenere conto della sovrapposizione tra gli elementi.

Il relativo articolo di Elenco prezzi comprende anche lo scavo, il costipamento del terreno di appoggio ed il bloccaggio con tondini infissi in terra.

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia sarà computato in base alla effettiva superficie in vista, misurata fra i fili interni del rivestimento stesso. I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri ivi indicati.

## **Art. 6 Tubazioni, fognature, manufatti**

### **6.1 Generalità**

Gli articoli di Elenco prezzi relativi alle varie tubazioni: per esalazioni, per scarichi e fognature, comprendono gli oneri per:

- la realizzazione dei giunti, compreso gli accessori quali collanti, manicotti, saldature, collari di presa, raccorderia, ecc.;
- la compenetrazione dei tubi maschio-femmina;
- tagli, sfridi, ecc..

Inoltre per le tubazioni:

**a) incassate nella muratura:** l'apertura e chiusura delle tracce ed eventuali fori per l'attraversamento di pareti;

**b) a vista, staffettate alle strutture portanti:** i collari, le staffe di ancoraggio che potranno essere saldate, imbullonate o inghisate alle strutture, compreso gli accessori di posa;

**c) interrate:** la selezione del materiale fino, la regolarizzazione del fondo scavo, la preparazione del letto di posa, il rivestimento ed il successivo reinterro con il materiale di risulta.

I pezzi speciali saranno computati ragguagliandoli al tubo di pari diametro, secondo le seguenti misure:

- 1,00 m per curve, gomiti e cappellotti terminali;
- 1,25 m per braghe semplici e giunti a squadra;
- 1,75 m per braghe doppie e giunti a croce;
- 6,00 m per braghe multiple e sifoni;
- 1,00 m del diametro minore per riduzioni.

### **6.2 Tubi in cemento pressato per fognature**

Saranno computati a metro di lunghezza effettiva, compresi gli oneri previsti nei relativi articoli di Elenco Prezzi.