

divisione esercizio – cm di Trieste e Gorizia

Friuli Venezia Giulia Strade S.p.A.
Sede Legale: Scala dei Cappuccini, 1 - 34131 Trieste
Tel. +39 040 5604200 - Fax +39 040 5604281

Società soggetta alla attività di direzione e coordinamento
Dell'unico socio Regione Autonoma FVG
Cod. Fisc. e p. I.V.A. 01133800324 - Cap. Soc. € 10.300.000,00 i.v.
Reg. Imp. di TS n. 01133800324 - REA 127257

Codice Lavoro	SU01 2022-2	CUP	E95F22000560002	CIG	9136473807
----------------------	--------------------	------------	------------------------	------------	-------------------

CENTRO DI MANUTENZIONE DI TRIESTE E GORIZIA

**LAVORI DI SOMMA URGENZA
PER L'ESECUZIONE DI INTERVENTI DI RIPRISTINO FUNZIONALE
DEI MURI D'ALA DELLA SPALLA LATO VENEZIA
DEL PONTE SUL FIUME ISONZO AL KM 117+940 CIRCA
IN COMUNE DI FIUMICELLO VILLA VICENTINA (UD)**

PERIZIA DI SOMMA URGENZA RELATIVA ALLA FASE 2

IMPORTO PERIZIA € 162.361,28

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - NORME TECNICHE

Perizia n. 1336 dd. 19/05/2022

IL PROGETTISTA

(ing. Matteo Visintin)

Documento sottoscritto digitalmente ai sensi del DLGS 82/2005 e s.m.i."

Visto: IL R.U.P.

(ing. Matteo Visintin)

Documento sottoscritto digitalmente ai sensi del DLGS 82/2005 e s.m.i."

INDICE

1.0 MISURAZIONE DEI LAVORI	3
2.0 SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI.....	4
2.1 Preparazione dei piani di posa.....	4
2.2 Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione	4
2.3 Demolizioni.....	5
2.4 Rilevati	5
2.5 Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali	5
3.0 PALI PER FONDAZIONI	5
4.0 MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI	6
5.0 LAVORI IN SOTTERRANEO	7
5.1 Scavi 7	
5.2 Murature di rivestimento	8
6.0 DRENAGGI.....	9
6.1 VESPAI A TERGO DELLE MURATURE	9
6.2 CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	9
7.0 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	9
8.0 SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE.....	10
9.0 LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE	10
10.0 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI.....	10
11.0 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI	11
11.1. DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO.....	11
11.2. SCAVI.....	11
11.2.1 Scavi di sbancamento	13
11.2.2 Scavi di fondazione	13
12.0 SCOGLIERE.....	14
13.0 DEVIAZIONI ED ESAURIMENTI D'ACQUA	15
14.0 PISTE DI SERVIZIO TEMPORANEE.....	15
15.0 - DEMOLIZIONI	16
15.1 - Murature e fabbricati	16
15.2 - Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso.....	17
16. Calcestruzzi e Acciai per C.A normativa di riferimento.....	18
17.0 CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	18
17.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI	22
17.2 Cemento	22
17.2.1 Controlli sul cemento	22
18.0 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO	25
18.1 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati	25
18.2 Resistenza dei conglomerati cementizi.....	26
18.2.1 Controlli di accettazione	26
18.2.2 Prove complementari.....	27

18.2.3 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.....	28
18.3 Lavorabilità	30
18.4 Rapporto acqua/cemento	30
18.5 Contenuto di aria.....	31
18.6 Acqua di bleeding.....	31
19.0 PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	32
20.0 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE	32
20.1 Confezione dei conglomerati cementizi	32
20.2 Trasporto	32
20.3 Posa in opera.....	33
20.3.1 Posa in opera in climi freddi.....	35
20.3.2 Posa in opera in climi caldi.....	35
20.3.3 Riprese di getto.....	35
20.4. Casseforme	36
20.4.1 Caratteristiche delle casseforme	36
20.4.2 Pulizia e trattamento.....	37
20.4.3 Predisposizione di fori, tracce e cavità.....	37
20.5 Stagionatura e disarmo.....	37
20.5.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico	37
20.5.3 Disarmo.....	38
20.6 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio	39
20.7 Ulteriori prescrizioni per getti massivi	40
20.8 Posa in opera delle armature per c.a.	41
20.0 ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.	41
20.1 Acciaio ordinario per c.a. ad aderenza migliorata.....	41
20.1.1 Controlli sull'acciaio	42
20.1.2 Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura	44
20.1.3 Deposito e conservazione in cantiere.....	44
20.2 Acciaio inossidabile per c.a. ad aderenza migliorata.....	44
20.3 Acciaio per c.a. ad aderenza migliorata zincato a caldo	44
20.3.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo	44
20.3.2 Zincatura a caldo per immersione	45
21. TOLLERANZE DI ESECUZIONE.....	46
22. PROVE DI CARICO	47

1.0 MISURAZIONE DEI LAVORI

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori.
- I lavori, invece, da compensare "a corpo" saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, e confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate d'acconto il corrispettivo da accreditare negli S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera

2.0 SCAVI - DEMOLIZIONI - RILEVATI

La misurazione degli scavi e dei rilevati, esclusi quelli di fondazione e di bonifica, verrà effettuata esclusivamente ai fini del pagamento degli acconti.

Avrà, invece, valore di liquidazione per gli scavi di fondazione e di bonifica.

Resta inteso che i materiali provenienti dagli scavi in genere e dalle demolizioni rimangono di proprietà della Friuli Venezia Giulia Strade. L'Impresa ha l'obbligo di riutilizzarli, se qualitativamente ammissibili, per le altre lavorazioni previste in appalto.

Potrà l'Appaltatore, se ciò verrà accettato dal Responsabile del Procedimento, utilizzare metodi di correzione dei materiali di caratteristiche fisico meccaniche scadenti provenienti dagli scavi in modo da renderli utilizzabili per i rilevati, restando a proprio carico ogni onere e spesa relativa ai materiali di correzione ed alle lavorazioni a ciò necessaria.

2.1 Preparazione dei piani di posa

La preparazione dei piani di posa verrà effettuata previo disboscamento, con l'eliminazione dello strato vegetale e con la demolizione di manufatti eventualmente presenti sul tracciato, per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente munito dell'ordine scritto della Direzione Lavori; il materiale di scavo che sia costituito da terreno vegetale, verrà riportato in sede esterna al corpo del rilevato per il successivo utilizzo a rivestimento delle scarpate.

Analogamente i materiali provenienti dagli scavi di bonifica verranno depositati e successivamente riportati a rivestimento di scarpate o, se esuberanti, a modellamento del terreno ovvero dovranno essere portati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore, fino alla distanza di km 5 misurati per il percorso più breve dal punto più vicino al cantiere. Per distanze superiori ai 5 km è prevista una apposita voce di Elenco Prezzi.

In ogni caso nulla sarà dovuto in più all'Appaltatore se non il corrispettivo dello scavo di sbancamento per la bonifica, ovviamente se questa risulterà necessaria, rimanendo pattuito che il riempimento dello scavo di bonifica con materiale drenante sarà compensato con la relativa voce di Elenco Prezzi.

Del pari, la preparazione del piano di posa in trincea verrà effettuata con l'eventuale scavo di ammorsamento e bonifica per la profondità di 20 cm al di sotto del piano del cassonetto, salvo eventuali maggiori scavi di bonifica che venissero disposti dalla Direzione dei Lavori, con i medesimi oneri precedenti.

2.2 Scavi di sbancamento. Scavi di fondazione

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Amministrazione (DM 145/2000 art. 36 comma 1). L'Impresa, di norma, dovrà riutilizzarli per l'opera appaltata o trasportarli a discarica, se non idonei, oppure, se idonei ma esuberanti, in zone di deposito e, comunque, a totale sua cura e spese.

Per gli scavi di fondazione rimarranno a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari, connessi con il lavoro di scavo (scavo a campioni, puntellature, sbatacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo, anche con la perdita del materiale impiegato).

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.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né il successivo riempimento a ridosso delle murature, che l'impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'Elenco Prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è altresì compreso nel prezzo di Elenco degli scavi, anche qualora, per qualsiasi ragione fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla

sede dei lavori, a debita distanza a discarica autorizzata e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

2.3 Demolizioni

Con il compenso sono compresi tutti gli oneri e la spesa relativa a tale categoria di lavoro (nella quale rientra anche la eventuale demolizione di sovrastruttura stradale), sia eseguita in elevazione che in fondazione e, comunque, senza uso di mine.

In particolare, sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta che rimarranno di proprietà dell'Amministrazione (DM 145/2000 art. 36 comma 1) per essere eventualmente utilizzati dall'Impresa per altre lavorazioni del Lotto anche secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori.

La demolizione di eventuali fabbricati, di ogni tipo e struttura e realizzati con qualunque materiale, fabbricati per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente procurato l'Ordine scritto di demolizione dalla Direzione lavori, è anch'essa compresa nel compenso dell'appalto; la demolizione delle fondazioni sarà eseguita sino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

2.4 Rilevati

Il prezzo comprende ogni onere per la formazione dei rilevati, sia che i materiali provengano dagli scavi che dalle cave di prestito da reperire a cura e spese dell'Appaltatore; la distanza di tali cave viene determinata non inferiore alla distanza segnalata nella Prima Parte del presente Capitolato. Qualora l'Appaltatore dovesse procurare il materiale a distanza minore nulla sarà detratto al compenso. Per distanze maggiori dalle cave ai 5 km, è prevista un'apposita voce di Elenco Prezzi.

Le quantità di scavo di sbancamento, di sistemazione in rilevato ovvero di fornitura dei materiali da cava di prestito ovvero qualunque altro magistero o fornitura o lavoro necessario alla formazione dei rilevati, verranno controllate ai soli fini del pagamento delle rate d'acconto e della conoscenza dell'opera, rimanendo pattuito che il prezzo prevede e compensa ogni quantità necessaria per raggiungere le quote di progetto e, comunque, quelle necessarie per consentire il transito sicuro dei veicoli alla velocità di progetto.

L'eventuale fornitura e posa di strati di interposizione, di geotessuti, di guaine, ecc. che venissero ritenute necessarie dal Responsabile del Procedimento, saranno ad esclusivo e totale carico dell'Appaltatore, salvo che l'altezza del rilevato tra la quota del piano viabile (quota rossa) e la base del piano di posa del rilevato o la base delle bonifiche se esistono, sia inferiore a 150 centimetri.

2.5 Strutture di sostegno in terra con l'aggiunta di altri materiali

La formazione dei rilevati può essere prevista in progetto da eseguirsi con l'uso di materiali di rinforzo, di armature, ecc. anche in sostituzione di vere e proprie strutture di sostegno o controripa.

In tal caso l'Appaltatore dovrà verificare gli elaborati di progetto ed i calcoli di stabilità relativi, per durate di servizio di opere permanenti non inferiore a 70 anni per strutture " ordinarie " ed a 100 anni per strutture "ad alto livello di sicurezza" (spalle e pile di ponti, muri inondabili, ecc., specialmente in zone dichiarate sismiche dalle vigenti disposizioni di legge).

Anche tali sistemi rientrano nel prezzo, esclusi solo gli eventuali cordoli, solette o solettoni di fondazione che dovessero essere necessarie, ma compresi tutti gli altri oneri tra i quali quelli derivanti dal pagamento dei diritti di eventuali Brevetti e quelli di eventuale assistenza specialistica e di laboratorio

3.0 PALI PER FONDAZIONI

(omissis)

4.0 MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutte le opere in muratura ed in conglomerato cementizio, previste nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto, verranno controllate con metodi geometrici mediante misure effettuate sul vivo delle opere medesime escludendo, perciò, gli intonaci, ove esistano, e detraendo i vuoti ed il volume di altri materiali di natura differente compenetrati nelle strutture ma non quelli della armatura in acciaio lenta o precompressa e quelli relativi alle feritoie eseguite sulle opere di sostegno e di contenimento delle scarpate.

La resistenza dei materiali delle murature in elevazione dovrà essere non inferiore a quella prevista in progetto o comunque necessaria a seguito dei prescritti calcoli di stabilità, il controllo dei quali costituisce preciso onere contrattuale dell'Appaltatore; ovviamente, tale controllo e tutte le necessarie verifiche statiche saranno dall'Appaltatore effettuate secondo i criteri di calcolo della Scienza delle Costruzioni e con pieno rispetto delle norme vigenti in materia.

Per "parti in elevazione" delle strutture si considerano, come normalmente viene indicato nel linguaggio tecnico delle costruzioni, le parti elevantisì dall'estradosso (spiccato) del plinto, della soletta, del solettone, della platea, ecc.

Tali parti in elevazione comprendono le armature in acciaio, lente, post-tese e/o pretese, le casserature, le armature dei casseri, i ponteggi, i carrelloni anche per il getto a conci successivi, eseguiti in opera o prefabbricati, la fornitura, il trasporto ed il varo, con qualunque sistema, delle travi prefabbricate, le predalles relative per il getto in opera delle solette, anche a sbalzo, e delle travi di ripartizione e dei traversi, le eventuali apparecchiature per il varo ad estrusione nonché ogni altra struttura provvisoria, strumento, apparecchiatura, attrezzatura e macchinario ed ogni altro magistero per realizzare le opere d'arte secondo progetto, o comunque in guisa tale da consentire l'utilizzo sicuro e completo dell'opera appaltata.

Resta, inoltre, contrattualmente stabilito che con l'erogazione del compenso debbono intendersi compensate tutte le prove, sia preliminari che quelle effettuate durante l'esecuzione dei lavori, relative ai materiali utilizzati, prove distruttive e non distruttive previste dalla Legge o dallo Strutturista nonché per le prove di carico ed il collaudo statico.

Nel caso in cui singole parti delle murature o delle opere d'arte risultassero di resistenza caratteristica inferiore a quella prescritta in progetto ed a condizione che le opere eseguite possano essere lasciate sussistere senza inconvenienti perché, comunque, rispondenti alla Normativa tecnica vigente in termini di resistenza e di durabilità, il prezzo verrà decurtato di una quantità corrispondente alla minore resistenza riscontrata.

Anche vistosi difetti di esecuzione dei paramenti in vista (nidi di ghiaia e sabbia, imperfetta planarità delle superfici, irregolare andamento delle superfici curve, ecc.) comporteranno adeguate decurtazioni del prezzo.

Il prezzo comprende, inoltre, ogni fornitura a piè d'opera di inerti, leganti, acqua, additivi antigelo, fluidificanti, antiritiro, malte per iniezione di cavi di precompressione, i cavi stessi, le loro testate e le operazioni di tesatura, anche in più fasi, ed ogni altra fornitura necessaria secondo le tecniche strutturali desumibili dal progetto; con detto prezzo viene compensata altresì, la manodopera, anche specialistica, necessaria.

E' compreso nel prezzo:

- 1) La protezione delle superfici, delle strutture in conglomerato cementizio normale o precompresso, o anche di acciaio, sia a faccia vista che a faccia nascosta, le superfici sottostanti la sede stradale o altre indicate dai disegni di progetto, mediante trattamenti impermeabilizzanti e/o indurenti, vernici di protezione, cappe, ecc. delle qualità da definire con la Direzione dei Lavori in relazione al grado di aggressività normalmente riscontrabile, compreso quella derivante dall'impiego dei sali antigelo per i piani viabili.

Qualora, invece, il Responsabile del Procedimento ritenga di utilizzare particolari e specifiche procedure e sistemi di protezione (ad es. catodica) o l'uso di cementi pozzolanici o ad alta resistenza, interventi questi ritenuti necessari per la presenza di acque di percolazione chimicamente aggressive (solfatiche, basiche, ecc.) o perché le opere ricadono in atmosfera di tipo marino o industriale particolarmente aggressiva, l'Amministrazione appaltante potrà ordinare l'impiego dei materiali di qualità migliore assumendosene l'onere e la spesa per l'acquisto, ma rimanendo a carico dell'Appaltatore, perché ricompreso nel compenso, l'onere e la spesa del trasporto dai magazzini dell'Amministrazione al Cantiere e quelli di posa in opera dei materiali forniti.

Il prezzo non verrà variato a seguito di ciò qualunque sia il maggior costo eventualmente derivante per l'Appaltatore.

- 2) La fornitura e la posa in opera degli apparecchi di appoggio per gli impalcati di ponti, viadotti, cavalcavia, ecc. impalcati di qualunque tipo e dimensione.

Gli apparecchi di appoggio saranno dimensionati sia in funzione degli specifici calcoli statici prescritti dalla Normativa vigente e, di norma, per consentire l'appoggio delle strutture d'impalcato di tipo continuo; sono compresi tutti gli oneri di preparazione delle superfici delle strutture, quelli per la posa in opera e per "l'inghisaggio" degli apparecchi ed ogni altro onere di controllo delle direzioni e specialistico necessario. Qualora la sismicità sia maggiore od il Responsabile del Procedimento proponga l'uso di apparecchiature particolari di qualità migliore e l'Amministrazione accetti, essa se ne assumerà l'onere di acquisto, ma rimarrà a carico dell'Appaltatore, ricompreso nel compenso, l'onere di trasporto dai magazzini dell'Amministrazione e di posa in opera dei materiali forniti.

- 3) La realizzazione di drenaggi e di vespai a tergo delle murature controterra, nonché le relative feritoie e le tubazioni per la fuoriuscita delle acque captate, con la necessaria distribuzione sulla base dell'esperienza in sito; sono, altresì, a carico dell'Appaltatore in quanto compresi nel prezzo: il drenaggio e le tubazioni per lo scarico delle acque dagli impalcati in modo da convogliarle a terra senza investire minimamente le strutture in elevazione, tenendo anche in conto gli effetti devianti del vento; le tubazioni saranno realizzate in PVC pesante od in metallo non aggressibile (rame od acciaio inox) e comprenderà i bocchettoni ed ogni altro pezzo speciale necessario; sono, inoltre, a carico dell'Appaltatore gli apparecchi di drenaggio delle acque dalle superfici di estradosso di conglomerati ricoperte da guaine o cappe di impermeabilizzazione; sono a carico dell'Appaltatore le scossaline, in gomma al neoprene ed ogni altro pezzo necessario; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo.
- 4) La fornitura e posa in opera di giunti di ogni genere e tipo per la continuità dei piani viabili, utilizzando sistemi che consentano, di norma, la perfetta continuità degli impalcati, da spalla a spalla, dei ponti, dei viadotti, dei cavalcavia di qualunque lunghezza e dimensione; il tutto, comprendente ogni onere di fornitura, applicazione e posa in opera, compensato con il prezzo; qualora, peraltro, siano necessari apparecchi di giunto per zone dichiarate sismiche potranno essere utilizzati giunti particolari la cui fornitura a pie' d'opera sarà a carico dell'Amministrazione appaltante, mentre ogni onere di applicazione e posa in opera sarà a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.
- 5) Le predisposizioni per le barriere di protezione stradale o autostradale cosiddette "di sicurezza" (guardrails) di qualunque tipo e ubicazione (laterali, di spartitraffico, ecc.) e per le barriere antirumore, esclusa la fornitura dei materiali e la loro posa in opera.
- 6) Il prezzo comprende, altresì, ogni spesa ed onere per la fornitura e posa in opera dei manufatti in acciaio (strutturale o non), o in struttura mista acciaio-calcestruzzo collaborante, di qualunque tipo e dimensione, nonché gli acquedotti ed i tombini tubolari, opere di fondazione escluse. Tali manufatti, perfettamente rispondenti ai disegni di progetto, facenti parte integrante del Contratto di appalto, saranno misurati e valutati ai soli fini della conoscenza dettagliata delle opere stesse e per la individuazione delle percentuali utili ai fini della predisposizione degli stati di avanzamento e della relativa emissione delle rate di acconto. Ogni manufatto sarà preliminarmente calcolato e verificato, ad esclusivo carico dell'Appaltatore, in ogni dettaglio strutturale e d'insieme, secondo le vigenti Normative di Legge e di Regolamento, restando l'Appaltatore medesimo responsabile della sicurezza, dell'agibilità e della durabilità del manufatto medesimo.

5.0 LAVORI IN SOTTERRANEO

5.1 Scavi

Nel compenso dello scavo in galleria, da eseguirsi in base al tipo di sezione stabilito, tratto per tratto nei disegni esecutivi sono compresi eventuali maggiori volumi dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, ovvero a cavità di qualunque specie, esistenti o formatesi durante la esecuzione dei lavori.

Lo sgombrò di materiale eventualmente franato verrà compensato a parte solo eccezionalmente, nel caso di franamenti o cedimenti non imputabili a deficienza di armature, e comunque non dovuti a negligenza od inesperienza dell'Impresa.

Il prezzo dello scavo in galleria comprende, oltre agli oneri relativi agli scavi in genere, anche quelli inerenti allo specifico tipo di lavoro; tra questi, a titolo esemplificativo, si intendono compresi gli oneri per armature provvisori di qualsiasi tipo recuperate o perse, per i provvedimenti conseguenti a venute di gas, per gli aggrottamenti

necessari, per la raccolta dietro le murature di rivestimento della calotta e dei piedritti delle acque di infiltrazione e di sorgenti incontrate nell'escavazione delle gallerie ed il loro convogliamento in apposite cunette, per eventuali trovanti rinvenuti in terreni sciolti, intendendo tale dizione generica comprensiva di tutto quanto necessario per rendere possibile la regolare esecuzione degli scavi in galleria anche in presenza di forti portate di acqua di filtrazione o provenienti dallo svuotamento di sacche. Con il prezzo dello scavo sono altresì compensati gli oneri connessi alla necessità di dover cambiare, durante la costruzione della galleria, i vari sistemi di scavo e l'impiego di specifiche attrezzature in rapporto al mutare delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni attraversati ed al loro comportamento in relazione alla decompressione dell'ammasso, nonché l'onere relativo alla esecuzione dello scavo ed alla presenza dell'arco rovescio, (compensato con altro prezzo), entro tre diametri, ovvero entro 1,5 diametri dal fronte di scavo.

Le centine metalliche, i relativi distanziatori e la rete di acciaio a maglie elettrosaldate saranno compensate con i relativi prezzi di Elenco ed il loro peso sarà determinato con le norme di cui all'articolo di riferimento del Capo primo.

I tiranti in roccia realizzati con barre d'acciaio o con aste in fibra sintetica in conformità alle prescrizioni del progetto ed agli ordini impartiti dalla D.L. saranno compensati con i relativi prezzi di Elenco. Come pure saranno compensate a parte con i relativi prezzi di elenco tutte le categorie di lavoro da adottare per conseguire il precontenimento del cavo ed il preconsolidamento del fronte di scavo.

Si precisa che, nel caso di rescissione del contratto di appalto, tutte le armature in opera degli scavi rimarranno di proprietà della Friuli Venezia Giulia Strade e non potranno in alcun modo essere asportate.

L'Impresa non potrà pretendere per tali armature alcun compenso, oltre il pagamento dei materiali in base ai prezzi di Elenco a piè d'opera.

L'eventuale prezzo dello scavo in cunicolo con fresa integrale a testa rotante comprende e compensa l'onere della esecuzione, in avanzamento di 30-40 m rispetto alla testa della fresa, di un foro esplorativo del diametro non inferiore a cm 10.

Detto prezzo comprende infine tutti gli oneri e soggezioni derivanti da presenza o venuta d'acqua per una portata fino a 5 litri/sec. per le tratte in salita e 4 litri/sec. per quelle in discesa.

Per corrispondenti portate superiori e per le tratte in cui effettivamente si verificano, qualora l'onere corrispondente determinato sia superiore al 5% del compenso fissato per lo scavo della galleria verrà riconosciuto, a favore dell'impresa, un equo compenso, nelle forme e nei modi stabiliti dal Codice Civile.

5.2 Murature di rivestimento

I volumi delle strutture di rivestimento definitivo (detti, anche, "di seconda fase) delle gallerie, computati sul vivo della superficie, escluso, quindi, gli eventuali intonaci, sono anch'essi compensati nel corrispettivo dell'appalto.

Tutte le rimanenti categorie di lavoro, ad esclusione di quelle di cui alle lettere A) e B) del presente articolo, afferenti ai lavori in sotterraneo, saranno compensate con i relativi prezzi di elenco.

Le sezioni, e quindi i volumi, del rivestimento definitivo sono quelle riportate nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

Le misurazioni ed i controlli, eseguiti in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, per un verso, all'accertamento della rispondenza della struttura alle specifiche di Capitolato Speciale e, per altro verso, all'individuazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e delle relative rate di acconto di pagamento.

Il maggior volume di rivestimento rispetto agli spessori prescritti e la muratura di bloccaggio, occorrenti per il riempimento di vuoti dovuti ad irregolarità delle pareti di scavo, rimarranno a carico dell'Impresa.

Solo nel caso di caverne naturali, oppure di cavità causate da cedimenti o franamenti non imputabili a deficienze di armatura od a negligenza dell'Impresa, il calcestruzzo e la muratura di bloccaggio occorrenti per il riempimento oltre l'estradosso del rivestimento prescritto, qualora l'incidenza di tali lavorazioni ecceda il 5% del prezzo relativo alle murature di rivestimento, verranno valutati e compensati a parte.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse la realizzazione di fori, canalette, ecc., nello spessore del rivestimento, ogni onere relativo alla formazione di essi è da intendersi compreso nel prezzo del rivestimento.

Nel caso di rivestimenti eseguiti in roccia consistente e non alterabile, a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori, potranno essere consentite punte di rocce che s'insinuino nella massa del rivestimento, purché non oltre il quarto dello spessore di esso; senza che ciò comporti la riduzione del prezzo stabilito. Nel caso la Direzione dei Lavori prescrivesse, in dipendenza della natura dei terreni attraversati, un rivestimento ad anelli concentrici di calcestruzzo semplice od armato, di caratteristiche diverse, l'Impresa non avrà diritto a richiedere alcun compenso in relazione ai maggiori oneri derivanti dall'esecuzione in più tempi.

Il prezzo relativo alle strutture di rivestimento da eseguire in galleria comprende e compensa altresì tutti gli oneri e soggezioni dovuti alla presenza d'acqua qualunque ne sia la portata.

6.0 DRENAGGI

Le profondità che daranno luogo alla applicazione dei prezzi per lo scavo ed il riempimento dei drenaggi, saranno determinate con la media ponderale, campione per campione, delle varie profondità previste in Elenco Prezzi in relazione al profilo del terreno ed al fondo dello scavo.

Tutte le suddette categorie di lavoro, comprensive di fornitura, posa in opera ed ogni onere connesso, sono compensate con il prezzo di Contratto, solo se esplicitamente riportate nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I materiali e le lavorazioni necessarie saranno rispondenti alle specifiche tecniche del Capitolato Speciale ed ai disegni di progetto allegati al Contratto di appalto.

I controlli, le verifiche e gli accertamenti, eseguiti in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore, sono mirati, da un lato, all'accertamento della rispondenza delle opere eseguite a quanto previsto e stabilito in progetto e, per altro verso, alla valutazione delle percentuali necessarie per la predisposizione degli stati di avanzamento e l'emissione delle relative rate di acconto di pagamento.

Qualora le predette categorie di lavoro non siano esplicitamente riportate nei succitati disegni di progetto ed essendo comunque necessarie vengano ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento, verranno valutate secondo gli articoli seguenti e si applicheranno a tali categorie di lavoro i prezzi di cui all'elenco C).

6.1 VESPAI A TERGO DELLE MURATURE

Saranno valutati a volume, misurati ad opera finita.

6.2 CORDONATE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Le cordonate in calcestruzzo cementizio eseguite secondo quanto indicato nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavori, verranno valutate a metro e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare le cordonate in opera secondo le prescrizioni dell'articolo del Capo 1 avanti indicato, ivi compreso l'eventuale scavo necessario alla posa dei cordoli e della relativa fondazione. Il calcestruzzo costituente la fondazione prescritta verrà compensato a parte.

La misurazione della cordonata sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata ed, in corrispondenza delle aiuole, sul bordo verso la zona pavimentata di transito.

7.0 ELEMENTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

CANALETTE DI SCARICO, MANTELLATE DI RIVESTIMENTO, SCARPATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

a) *Canalette di scarico acque piovane*: le canalette in conglomerato cementizio per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto all'articolo del Capo 1, verranno valutate a metro di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sull'asse e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi, e quant'altro necessario per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte. L'imbocco in calcestruzzo, sia esso prefabbricato o costruito in opera, verrà compensato con la stessa voce di Elenco prezzi delle canalette.

L'eventuale copertura delle canalette in lastre piane, curve o poligonali, prefabbricate in calcestruzzo avente $R_{ck} \Rightarrow 30 \text{ N/mm}^2$ di cemento, verrà compensata con il relativo prezzo di Elenco.

b) *Mantellate in lastre*: le mantellate in lastre di conglomerato cementizio per il rivestimento di scarpate saranno compensate in base alla effettiva superficie delle lastre poste in opera.

Il prezzo comprende tutto quanto è necessario per dare il rivestimento finito in opera, compresa l'armatura in acciaio del tipo B450C da inserire nei giunti, il coronamento di ancoraggio superiore, l'ancoraggio inferiore, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura e lavorazione per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

c) *Mantellate in grigliato articolato*: le mantellate a grigliato articolato saranno compensate in base alla loro effettiva superficie, intendendosi compresa e compensata nel prezzo anche la fornitura e posa in opera di terra vegetale per l'intasamento dei vuoti, la semina di miscuglio di specie erbacee, la regolazione e costipamento del piano di appoggio ed ogni fornitura, lavorazione ed onere per dare il lavoro eseguito a perfetta regola d'arte.

d) *Cunette e fossi di guardia*: le cunette e i fossi di guardia in elementi prefabbricati saranno compensati in base alla loro effettiva superficie interna.

Il prezzo comprende anche la regolarizzazione e costipamento del piano d'appoggio; la fornitura, stesa e costipamento del materiale arido di posa; la stuccatura dei giunti e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso altresì lo scavo per la formazione della cunetta.

8.0 SISTEMAZIONE CON TERRENO COLTIVO DELLE AIUOLE

La misurazione della sistemazione con terreno coltivo sarà effettuata secondo la superficie effettiva sistemata, e nel prezzo a metro quadrato, qualunque sia lo spessore del terreno, si intendono compresi e compensati tutti gli oneri previsti nell'articolo del Capo 1 delle presenti Norme Tecniche, relativo a tale categoria di lavoro.

In detto prezzo è altresì compresa l'eventuale fornitura di idonea terra vegetale proveniente da cava di prestito.

9.0 LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE - OPERE IN VERDE

a) *Piantagioni*: le piantagioni di essenze a portamento strisciante o arbustivo di specie forestali saranno misurate per la loro superficie effettiva di impianto, senza effettuare detrazioni di parti non piantate (testate di tombini), quando la superficie di queste sia inferiore a mq 3,00.

b) *Semine*: anche le semine saranno valutate in base alla superficie effettiva, senza effettuare detrazioni, nei limiti di cui al precedente comma.

c) *Rivestimento in zolle*: la valutazione sarà fatta in base alla superficie effettivamente rivestita e sarà comprensiva delle strutture di ancoraggio.

d) *Viminate*: saranno misurate in metro di effettivo sviluppo.

e) *Graticci con fascine verdi*: saranno valutati a metro di effettivo sviluppo; nel prezzo di Elenco è compreso l'onere dello scavo del terreno ed il riassetto del materiale nella superficie circostante.

Nei prezzi unitari stabiliti in Elenco sono comprese tutte le forniture e la mano d'opera occorrenti per procedere alla eventuale ripresa di erosioni e solcature, sia prima del piantamento, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, il piantamento, tutte le successive cure colturali e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

MOVIMENTI DI TERRA

10.0 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento

- Scavi

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

11.0 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

11.1. DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.
- c) Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica.

Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

- d) La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

11.2. SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in :

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.

Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHTO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

b) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'impresa).

c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.

d) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).

e) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrate di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.

f) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L. , prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

h) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa , e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

I materiali , che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia

la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L.(ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente . L'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica.

11.2.1 Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali;

11.2.2 Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, 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 D.L. , o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa , a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

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, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

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

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese , al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

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

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza,

nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa 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.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

12.0 SCOGLIERE

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere devono avere il maggiore peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento e crinature da gelo.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività, alla salsedine marina, ecc. in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, approvate con R.D. 17 Novembre 1939, n. 2232.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso, saranno divisi nelle seguenti categorie

- a) - pietrame in scapoli del peso singolo fra kg. 6 e kg. 50 per l'intasamento delle scogliere;
- b) - massi naturali di 1° categoria del peso singolo compreso fra kg. 51 e kg. 3000;
- c) - massi naturali di 2° categoria del peso singolo compreso fra 3001 e kg. 7000.

Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente. Se la costruzione della scogliera deve essere eseguita con massi artificiali, questi devono essere formati sul posto di impiego ogni volta ciò sia possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro. La confezione dei massi deve essere attuata secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo cementizie; i massi confezionati fuori opera non devono essere portati al posto di impiego se non dopo adeguata stagionatura e dopo aver acquisito il grado di resistenza necessario per non guastarsi durante le operazioni di carico, scarico e collocamento in opera.

I massi in pietra naturale di cava non dovranno essere scaricati alla rinfusa negli scavi aperti per l'incasso delle difese, ma dovranno essere collocati in opera uno alla volta.

Si dovrà avere cura di disporre i massi con l'ausilio di appositi macchinari, in modo da ottenere una scogliera ben concatenata e sagomata, senza vuoti e sporgenze di rilievo. I massi di peso inferiore al limite prescritto dovranno essere allontanati dal cantiere ed il loro peso, in assenza di apparecchio di pesature, sarà ricavato dalla Direzione dei Lavori applicando al loro volume, risultato dal prodotto delle tre dimensioni medie, il peso specifico di q.li 27 per mc. Potranno essere ammessi, a chiusura di vuoti, massi di peso inferiore nella percentuale del 10%. Le pietre per scogliere saranno esclusivamente valutate a peso netto. Il peso dei massi dovrà essere determinato in partenza con l'impiego della bilancia a bilico in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore o mediante pesatura del carico alle pese pubbliche autorizzate.

Tale peso dovrà risultare da apposita bolletta; ciascuna bolletta dovrà riportare il numero d'ordine e la tara del veicolo, la categoria del materiale pesato, il peso lordo ed il peso netto dei massi. Si precisa che nei prezzi dell'elenco si intende compensato il materiale perfettamente sistemato in opera e quindi nei prezzi è compreso il compenso per ogni magistero ed onere necessario a raggiungere tale scopo, nonché

quello di ogni perditempo e di ogni onere derivante dai controlli che la Direzione Lavori riterrà opportuno eseguire.

13.0 DEVIAZIONI ED ESAURIMENTI D'ACQUA

L' Appaltatore dovrà provvedere all' esecuzione, al mantenimento ed al rifacimento quante volte occorra di tutte le opere necessarie per eliminare le acque nella zona dei lavori.

Di tutte le spese all'uopo occorrenti è stato tenuto conto nella formulazione dei prezzi, perciò l'appaltatore non potrà pretendere altro compenso. Per tutte le opere provvisoriale suddette é escluso qualsiasi compenso per eventuali danni di piena.

14.0 PISTE DI SERVIZIO TEMPORANEE

Nel caso in cui, per l'apertura di piste di cantiere o per il cantiere stesso, si interferisca con porzioni prative o pascolive si dovrà provvedere alla preventiva zollatura del cotico erboso e alla successiva rimessa in posto. L'intervento dovrà prevedere il taglio della zolla (30÷40 cm di lato) con attrezzi idonei (vanga o zappa), l'accantonamento in luogo protetto dal sole e possibilmente umido per pochi giorni (in caso di sosta prolungata bisognerà procedere a innaffiamento) e il successivo riporto in situ al termine dei lavori di sistemazione del suolo. Prima della posa delle zolle in posto è necessario inumidire gli strati esposti e concimare il terreno al fine di favorire il pronto attecchimento degli apparati radicali delle essenze pabulari che costituiscono le zolle.

15.0 - DEMOLIZIONI

15.1 - Murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.
- Pinze o altri attrezzi idraulici;
- Seghe circolari o fili diamantati.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali, o in qualunque altro caso ritenuto opportuno dalla D.L., potrà essere richiesta l'esecuzione delle demolizioni mediante l'uso di seghe circolari, fili diamantati, pinze idrauliche o qualsiasi altra tecnica o impiego di attrezzature speciali, in modo da realizzare tagli netti e puliti e contestualmente evitare l'insorgere di vibrazioni e conseguenti danni alle strutture eventualmente da conservare. Il tutto senza alcuna maggiorazione del prezzo, in quanto già compreso negli oneri da tenere in considerazione a carico dell'impresa.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

15.2 - Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

16. Calcestruzzi e Acciai per C.A normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche di cui al DM 14 gennaio 2008, emanate in applicazione all'art. 52 del DPR n° 380 del 06/06/2001.

In particolare le verifiche e le elaborazioni saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- del Decreto del Presidente della Repubblica n° 380 del 6 giugno 2001, "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001)
- del DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare tutte le tipologie di calcestruzzo (come meglio specificato nel seguito) ed i tipi di acciaio da impiegare.

17.0 CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Tutti i calcestruzzi impiegati saranno a "prestazione garantita", in conformità alla UNI EN 206-1.

Ciascuna tipologia di conglomerato dovrà soddisfare i seguenti requisiti in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1 in base alla classe (ovvero alle classi) di esposizione ambientale dell'opera cui il calcestruzzo è destinato:

- massimo rapporto (a/c);
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza o indicazione numerica di abbassamento al cono ovvero, nei casi previsti al punto 6.3, classe di spandimento alla tavola a scosse;
- aria aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento al m³;
- tipo di cemento (solo quando esplicitamente richiesto dalle norme succitate);
- diametro massimo (D_{MAX}) nominale dell'aggregato;
- classe di contenuto in cloruri del calcestruzzo (secondo il § 5.2.7 della UNI EN 206-1).

Nella tabella I sono riportate le tipologie di conglomerato ed i loro campi di impiego in via generale. Resta inteso che le indicazioni del Progettista, qualora differenti, sono comunque vincolanti.

Tabella I – Tipologie di calcestruzzo

Tipo	Campi di impiego	(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)				D _{MAX} mm	Classe di consistenza a **	Tipo di cemento (se necessario)	Classe contenuto in cloruri
		Classi esposizione ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento [kg/m ³]	Contenuto di aria in % (solo per classi XF2, XF3 e XF4)				
I-A	strutture di fondazione armate quali plinti, cordoli, pali, travi rovesce, paratie, platee, blocchi di ancoraggio, diaframmi e muri interrati in terreni non aggressivi	XC2	C (25/30)	0.60	300	---	32	S4		CI 0.4
I-B	strutture di fondazione armate (come I-A) di grande spessore *	XC2	C (25/30)	0.60	300	---	32	S4	LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1:2007	CI 0.4
II-A	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S5 ovvero 230±30 mm		CI 0.4
II-B	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m soggetti a clima rigido e a sali disgelanti: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4 XF4 XD3	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S5 ovvero 230±30 mm		CI 0.2
II-C	strutture orizzontali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m situati lungo zone costiere: impalcati, solette, marciapiedi, barriere e sicurvia	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	---	32	S5 ovvero 230±30 mm		CI 0.2

III-A	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		CI 0.4
		(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)							
Tipo	Campi di impiego	Classi esposizione ambientale	Classe resistenza	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento	Contenuto di aria in % (solo per classi XF2, XF3 e XF4)	D _{MAX}	Classe di consistenza**	Tipo di cemento	Classe contenuto in cloruri
III-B	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m soggetti a clima rigido e a sali disgelanti: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4 XF2 XD3	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S4		CI 0.2
III-C	strutture verticali di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia e ponticelli con luci superiori agli 8.00 m situati lungo zone costiere: pile, pulvini, spalle, muri accessori	XC4 XS1	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		CI 0.2
IV-A	- porzioni in elevazione di muri di sottoscarpa e controripa in c.a. - ponticelli con luce inferiore a 8.00 m - tombini scatolari - cunette e cordoli laterali	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4		CI 0.4
IV-B	- porzioni in elevazione di muri di sottoscarpa e controripa in c.a. soggetti a clima rigido - ponticelli con luce inferiore a 8.00 m - tombini scatolari - cunette e cordoli laterali	XC4 XF2 XD1	C (28/35)	0.45	360	5 ± 0.5	32	S4		CI 0.2

V	strutture di elevazione di grande spessore: pile da ponte e muri di sostegno, che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato e rigido *	XC4	C (32/40)	0.50	340	---	32	S4	LH (Low Heat) secondo UNI EN 197-1:2007	CI 0.4
VII	<ul style="list-style-type: none"> - muri di sottoscampa e controripa in calcestruzzo semplice o debolmente armato (fino ad un'incidenza massima di 30 kg/m³) - fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, etc.) - rivestimenti di tubazioni (tombini tubolari, etc.) - prismi per difese spondali 	X0	C (20/25)	0.65	260	---	32	S4		CI 0.4

(*) per la classificazione delle opere di grande spessore cfr. punto 8.7.

(**) i valori della consistenza possono essere indicati diversamente a discrezione del Progettista, sulla base della geometria degli elementi strutturali, della loro posizione, della densità d'armatura e delle modalità esecutive

Con riguardo alle indicazioni sui calcestruzzi contenute nella tabella I, si specifica che gli elementi prefabbricati eventualmente utilizzati all'interno di strutture gettate in opera (es. travi di impalcato, etc.) ovvero in luogo delle stesse (es. cordoli, cunette, sicurvia, barriere, etc.) dovranno comunque rispettare i requisiti di resistenza caratteristica minima richiesti

17.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

I materiali ed i prodotti per uso strutturale utilizzati per la realizzazione di opere in c.a. e c.a.p. devono rispondere ai requisiti indicati al § 11.1 del DM 14-01-2008.

In particolare per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

17.2 Cemento

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2007.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2007. Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

17.2.1 Controlli sul cemento

17.2.1.1. Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di preconfezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al § 3.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai Documenti di Trasporto dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto per la realizzazione dei calcestruzzi.

17.2.1.2. Controllo di accettazione

La Direzione dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto da impianto di preconfezionamento installato all'interno del cantiere stesso e non operante con processo industrializzato (di cui al punto 4.2).

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; il campionamento sarà effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 tonnellate di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio di cui all'art 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla Direzione dei Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

17.2.1.3. Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I (praticamente inerti) si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II (pozzolaniche o ad attività idraulica latente) si farà riferimento alla UNI 11104 § 4.2 e alla UNI EN 206-1 § 5.1.6 e § 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele di cui al successivo punto 4 e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione dei Lavori ne faccia richiesta.

Tabella II - Valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	0.4
CEM II/A	52.5 N, R	
	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM III/A	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM IV/A	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	
CEM V/A	32.5 N, R	0.2
	42.5 N, R	

17.2.1.4. Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava; essi dovranno possedere

marcatura CE secondo il D.P.R. n. 246/93 e successivi decreti attuativi. Copia della documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo. L'attestazione di marcatura CE dovrà essere consegnata alla D.L. ad ogni eventuale cambiamento di cava.

Gli aggregati saranno conformi ai requisiti delle norme UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo (§ 4.8 della UNI 8520-2).

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché siano continuamente rispettate le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³. Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore di C(50/60) dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520-2 relativamente al contenuto di sostanze nocive.

In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente dal fatto che l'aggregato sia grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS_{0,2});
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- gli aggregati non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nella UNI 8520 parte 2.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo nel rispetto delle prescrizioni imposte dal § 11.2.9.2 del DM 14-01-2008, purché l'utilizzo non pregiudichi alcuna caratteristica del calcestruzzo, né allo stato fresco, né indurito.

17.2.1.5. Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

17.2.1.6. Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4 e 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma armonizzata si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.

E' onere dell'Impresa verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti è opportuno che vi sia un impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità delle opere.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto: in ogni caso dovrà essere evitata qualsiasi soluzione di continuità degli elementi strutturali.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5 °C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri (cfr. punto 8.3.1).

Per le strutture sottoposte all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

17.2.1.7. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati con quelle descritte al punto 6, definite nella tabella I e garantite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o presso l'impianto di confezionamento, ad eccezione delle eventuali determinazioni chimiche e dei controlli di cui al punto 6.2.1 che dovranno essere eseguite presso laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

18.0 CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO ALLO STATO FRESCO E INDURITO

18.1 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo, oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate, dovranno appartenere a non meno di tre classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire la massima densità dell'impasto, garantendo i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai punti seguenti. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio il pompaggio), quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione nominale massima dell'aggregato (D_{max}) è funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera. Essa sarà definita dalle prescrizioni di progetto per ciascuna tipologia di calcestruzzo (cfr. tabella I).

18.2 Resistenza dei conglomerati cementizi

Si farà riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al DECRETO 17 gennaio 2018. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione, il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R_{ck}).

18.2.1 Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori eseguirà i controlli di accettazione, secondo le modalità e la frequenza indicate ai §§ 11.2.2, 11.2.4 e 11.2.5 del DM 14-01-2008, su miscele omogenee di conglomerato come definite al §11.2.1 del citato Decreto.

I controlli saranno classificati come segue:

- tipo A;
- tipo B (impiegato soltanto quando siano previsti quantitativi di miscela omogenea uguali o superiori ai 1500 m³).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire all'uscita della betoniera (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m³ di conglomerato e possibilmente a metà del carico), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nel DM 14-01-2008 e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere sempre eseguito alla presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro pari a 150 mm ed altezza pari a 300 mm.

Sulla superficie dei provini sarà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del campionamento deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, soletta di ponte, ecc.);

2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

3. Data e ora di confezionamento dei provini;

4. Firma della D.L.

Al termine del prelievo i provini verranno conservati in adeguate strutture predisposte dall'Impresa in ottemperanza del punto 5 del presente Capitolato, appoggiati al di sopra di una superficie orizzontale piana in posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). Trascorso questo termine i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento, ove si provvederà alla loro conservazione, una volta rimossi dalle casseforme, in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio, nonché del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo presso detto Laboratorio unitamente ad una domanda ufficiale di richiesta prove sottoscritta dalla Direzione Lavori, la quale indicherà la posizione e il tipo di strutture interessate da ciascun prelievo.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al § 11.2.5.3 del DM 14-01-2008.

18.2.2 Prove complementari

Qualora la Direzione dei Lavori, per esigenze legate alla logistica di cantiere, alla rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa o alla messa in tensione dei cavi di precompressione, dovesse prescrivere l'ottenimento di un determinato valore della resistenza caratteristica in tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature di maturazione diverse dai 20 °C, oltre al numero di provini previsti per ciascun controllo di accettazione (di cui al punto 6.2.1) sarà confezionata un'ulteriore coppia di provini con le medesime modalità, fatta eccezione per le regole di conservazione dei campioni.

Essi, infatti, saranno maturati in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e/o temperature inferiori ai valori suindicati.

Si specifica che tali prove complementari non potranno in alcun caso sostituire i “controlli di accettazione” definiti al punto 6.2.1.

18.2.3 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

Nel caso in cui uno o più controlli di accettazione non dovessero risultare soddisfatti, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza ai valori di resistenza prescritti del calcestruzzo già messo in opera, la Direzione Lavori procederà ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione (§ 11.2.6 del DM 14-01-2008).

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in laboratorio (definita come resistenza potenziale).

È accettabile un valore medio della resistenza strutturale ($R_{m,STIM}$), misurata con le tecniche distruttive e/o non distruttive ritenute più opportune da parte della D.L. e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto secondo il DM 14-01-2008.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Qualora dalle prove in opera non risultasse verificata la condizione succitata si procederà, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base del valore caratteristico della resistenza strutturale rilevata sullo stesso ($R_{k,STIM}$).

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la resistenza è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

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

Viceversa, nel caso in cui la resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, la Direzione dei Lavori valuterà come procedere in base alle seguenti ipotesi:

- consolidamento dell'opera o delle parti interessate da non conformità, se ritenuto tecnicamente possibile dalla D.L. sentito il progettista, con i tempi e i metodi che questa potrà stabilire anche su proposta dell'Impresa. Resta inteso che la decisione finale sarà in capo alla D.L.;
- demolizione e rifacimento dell'opera o delle parti interessate da non conformità.

Tutti gli oneri relativi agli accertamenti di cui sopra, compresi gli eventuali consolidamenti, demolizioni e ricostruzioni, restano in capo all'Impresa.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa nel caso in cui il valore caratteristico della resistenza strutturale dovesse risultare maggiore di quella indicata nei calcoli statici, nei disegni di progetto e in tabella I della presente Sezione.

Si specifica, inoltre, che la conformità nei riguardi della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera; pertanto, qualora non fossero rispettate le richieste di durabilità, la Direzione Lavori potrà ordinare all'Impresa di mettere in atto tutti gli accorgimenti (ad es. ricoprimento delle superfici con guaine, protezione con vernici o agenti chimici nebulizzati, ecc.) che saranno ritenuti opportuni e sufficienti alla garanzia della vita nominale dell'opera prevista dal progetto.

Tutti gli oneri derivanti dagli interventi anzidetti saranno a carico dell'Impresa.

18.2.3.1 Pianificazione delle prove in opera

Le aree di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove non distruttive, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine. Le aree ed i punti di prova debbono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi: pertanto si farà riferimento al giornale dei lavori ed eventualmente al registro di contabilità per identificare correttamente le strutture o porzioni di esse interessate dalle non conformità

La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova, di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate, mentre nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto.

18.2.3.2 Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme di cui al punto 6.2.3 contestualmente alle indicazioni del produttore dello strumento di prova. In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive sia di evidenti difetti (vespai, vuoti, occlusioni, ...) che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse, sia di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ...), sia di polvere ed impurità in genere. L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie non rimovibili deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova devono essere localizzati in modo puntuale, qualora si voglia valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

18.3 Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda, al momento della consegna in cantiere, la lavorabilità prescritta in progetto e riportata per ogni specifica tipologia di conglomerato nella tabella I.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con la Direzione dei Lavori la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate al punto 6.2.1. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m³ di calcestruzzo, e sarà effettuata mediante differenti metodologie.

In particolare la lavorabilità del calcestruzzo dovrà essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump numerico di riferimento oggetto di specifica, per abbassamenti fino a 230 mm;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5), per abbassamenti superiori a 230 mm.

Se il conglomerato cementizio viene pompato il valore della lavorabilità dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa, fermo restando quanto specificato al punto 8.2.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che è assolutamente vietata qualsiasi aggiunta di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'Impresa unica responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con lavorabilità inferiore potrà essere a discrezione della Direzione Lavori:

- respinto (l'onere della nuova fornitura in tal caso resta in capo all'Impresa);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione; tutti gli oneri derivanti dalla maggior richiesta di compattazione restano a carico dell'Impresa.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dall'impianto al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione purché esso possieda i requisiti di lavorabilità e resistenza iniziale prescritti.

18.4 Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

- (a_{agg}): quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (cioè del tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);
 - (a_{add}): aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;
 - (a_m): aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/autobetoniera;
- ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati nell'espressione precedente sono:

- c: dosaggio di cemento per m³ di impasto;
- cv: dosaggio di cenere volante per m³ di impasto;
- fs: dosaggio di fumo di silice per m³ di impasto;
- K_{cv} ; K_{fs} : coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalle norme UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (cfr. punti 3.2.1 e 3.2.2).

18.5 Contenuto di aria

Qualora sia prevista una classe di esposizione ambientale di tipo XF (strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti) e quindi sarà impiegato un additivo aerante, contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro.

Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta (espresso in percentuale) dovrà essere conforme a quanto prescritto nella tabella I, tenendo conto delle tolleranze ammesse ivi riportate.

18.6 Acqua di bleeding

L'essudazione di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

19.0 PRESCRIZIONI PER LA DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Secondo il DM 14-01-2008 la durabilità delle opere in calcestruzzo è la capacità di mantenere entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio i valori delle caratteristiche fisico-meccaniche e funzionali in presenza di cause di degradazione, per tutta la vita nominale prevista in progetto.

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 e la presenza di solfati.

Secondo quanto previsto nel § 11.2.11 del DM 14-01-2008, il progettista, valutate opportunamente le condizioni ambientali di impiego dei calcestruzzi, deve fissare le prescrizioni in termini di caratteristiche del calcestruzzo da impiegare, di valori del copriferro e di regole di maturazione dei getti. Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali occorrerà fare riferimento alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

In particolare, ai fini di preservare le armature metalliche da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, lo spessore di copriferro da prevedere in progetto, cioè la misura tra la parete interna del cassero e la parte più esterna della circonferenza della barra più vicina, dovrà rispettare allo stesso tempo le indicazioni della UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 4.4.1, garantire l'aderenza e la trasmissione degli sforzi tra acciaio e calcestruzzo e, se del caso, assicurare la resistenza al fuoco della struttura o dei singoli elementi interessati.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutti gli elementi prefabbricati e/o precompressi.

20.0 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE

Per quanto non esplicitamente indicato nella presente sezione e in progetto, in ottemperanza al § 4.1.7 del DM 14-01-2008, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo: requisiti comuni" ed alle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo" pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008).

20.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi non prodotti con processo industrializzato dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori, conformi alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP., nonché alle caratteristiche seguenti per quanto applicabili.

Qualora il calcestruzzo sia prodotto con processo industrializzato non occorrerà alcun esame preventivo da parte della Direzione Lavori, la quale si limiterà ad acquisire la documentazione indicata al punto 4.2.

20.2 Trasporto

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

Per quanto non specificato nel seguito, si farà riferimento alle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

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.

Ciascuna fornitura di calcestruzzo dovrà essere accompagnata da un documento di trasporto (bolla) conforme alle specifiche del § 7.3 della UNI EN 206-1 sul quale dovranno essere riportati almeno:

- data e ora di produzione;
- data e ora di arrivo in cantiere, di inizio scarico e di fine scarico;
- classe o classi di esposizione ambientale;
- classe di resistenza caratteristica del conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di consistenza o valore numerico di riferimento;
- classe di contenuto in cloruri;
- quantità di conglomerato trasportata;
- la struttura o l'elemento strutturale cui il carico è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori.

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

È facoltà della Direzione Lavori rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

20.3 Posa in opera

Le operazioni di getto potranno essere avviate solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione dei Lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori; nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., occorre controllare che la pulizia del

sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella III).

Tabella III – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i>

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. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

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

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

Per la finitura superficiale di solette e pavimentazioni è prescritto l'uso di piastre 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 unicamente scostamenti inferiori a 10 mm.

Quando il getto deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare tutti gli accorgimenti, approvati dalla Direzione Lavori, necessari ad impedire che l'acqua ne dilavi le superfici e ne pregiudichi la normale maturazione.

20.3.1 Posa in opera in climi freddi

Le operazioni di getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospese nel caso in cui la temperatura dell'aria scenda al di sotto di 278 K (5 °C) se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto, sia superiore a 287 K (14 °C). In alternativa è possibile utilizzare, sotto la responsabilità dell'Impresa, additivi acceleranti di presa conformi alla UNI EN 934-2 e, se autorizzati dalla D.L., opportuni additivi antigelo.

Oltre alle succitate precauzioni occorrerà mettere in atto particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. per evitare una dispersione termica troppo rapida.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi qualora la temperatura scenda al di sotto di 263 K (-10 °C).

In ogni caso, prima di dare inizio ai getti, è fatto obbligo di verificare che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

Al fine di poter mettere in atto correttamente e verificare le prescrizioni riguardanti le temperature di getto, occorre che in cantiere sia esposto un termometro in grado di indicare le temperature minime e massime giornaliere.

20.3.2 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto dovrà essere mantenuta entro i 298 K (25 °C): per i getti massivi (di cui al punto 8.7) tale limite dovrà essere convenientemente diminuito.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, avendo cura di computarne l'esatta quantità nel calcolo del rapporto a/c (di cui al punto 1.6.4) affinché il valore prescritto non subisca alcuna variazione.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa conformi al punto 3.5 e preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

Anche in questo caso il manufatto dovrà essere adeguatamente protetto per evitare eccessive variazioni termiche tra l'interno e la parte corticale dei getti.

20.3.3 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comportasse il protrarsi del lavoro in giornate festive e la conduzione a turni. In nessun caso l'Impresa potrà avanzare richieste di maggiori compensi.

Qualora debbano essere previste riprese di getto sarà obbligo dell'Impresa procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti tipo "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti secondo le indicazioni progettuali e della Direzione Lavori, in maniera tale da non interagire con le armature.

Tra le diverse riprese di getto non dovranno presentarsi distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

20.4. Casseforme

Per tali opere provvisorie l'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

20.4.1 Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno l'Impresa dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo,

sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866; qualora sia previsto l'utilizzo di calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

20.4.2 Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato il medesimo prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà avvenire contemporaneamente al getto.

20.4.3 Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

20.5 Stagionatura e disarmo

20.5.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione).

Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'Impresa è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing, conformi alla norma UNI 8656 parti 1 e 2);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;

- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie completamente ricoperta da un costante velo d'acqua.

La costanza della composizione degli agenti di curing dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate e/o ricoperte con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti l'Impresa, previa informazione alla Direzione dei Lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 3 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 3 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 3 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

Qualora sulle superfici orizzontali quali solette di ogni genere o pavimentazioni si rilevino fenomeni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

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

20.5.3 Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14-01-2008).

Eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili dalla Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo. Resta inteso che gli oneri derivanti dalle suddette operazioni ricadranno totalmente a carico dell'Impresa.

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

- malta reoplastica a ritiro compensato previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 20 mm.

Eventuali ferri (fili, chiodi, reggette) che con funzione di legatura, di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 5 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

20.6 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

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

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

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

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

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

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

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

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleo-resinose, bituminose-siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non

colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra il progetto dovrà tenere conto, in numero sufficiente ed in posizione opportuna, dell'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione. Le indicazioni progettuali saranno il riferimento per l'Impresa, salvo indicazioni differenti da parte della Direzione dei Lavori.

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

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

20.7 Ulteriori prescrizioni per getti massivi

Per opera "massiva" si intende qualunque volume di calcestruzzo con dimensioni tali da richiedere misure preventive per far fronte alla cospicua generazione di calore dovuta all'idratazione del cemento e alle conseguenti fessurazioni dovute cambiamento di volume, sia in fase di riscaldamento che di raffreddamento del getto.

Le seguenti indicazioni si intendono applicabili sia per le strutture di fondazione che per quelle in elevazione.

Quando lo spessore della struttura di fondazione (platea, plinto o trave di fondazione) è superiore a 150 cm, il getto deve essere considerato massivo.

Le strutture o parti di struttura in elevazione (pilastri, pile, muri o setti verticali) con spessore o diametro superiore a 80 cm ed altezza di 400 cm saranno considerate opere massive e pertanto anche in questo caso andranno applicate le seguenti prescrizioni aggiuntive.

Innanzitutto il contenuto minimo di cemento (espresso come somma del dosaggio di cemento e di eventuali aggiunte di tipo II - cfr. punto 6.4) dovrà essere adeguatamente stabilito in modo tale che durante il raffreddamento del conglomerato, dopo la rimozione dei casseri, sulla sezione del calcestruzzo non vi sia una differenza di temperatura superiore a 35 °C.

A tale proposito il dosaggio di cemento potrà essere utilmente determinato con la relazione:

$$\delta T_{3,\max} = \frac{c \times q^3}{m \times \rho}$$

nella quale:

$\delta T_{3,\max} = 35 \text{ °C}$;

c = dosaggio di cemento e di eventuali aggiunte di tipo II (kg/m³);

q_3 = calore di idratazione unitario del cemento (kJ/kg) a 3 gg. di maturazione (dato fornito dal produttore di cemento);

m = peso specifico del calcestruzzo (kg/m^3);

ρ = calore specifico del calcestruzzo (mediamente pari a $1 \text{ kJ}/\text{kg } ^\circ\text{C}$)

I cementi con i valori di q_3 minori sono classificati nella UNI EN 197-1:2007 e sono contraddistinti dalla sigla "LH" (Low Heat).

In ogni caso il getto dovrà rimanere casserato per almeno 4 giorni consecutivi, entro casseri ricoperti dall'esterno con materassini termoisolanti che riducano il gradiente termico tra nucleo e periferia del getto.

Quando le superfici non casserate avranno iniziato la fase di indurimento occorrerà procedere alla stesa dei materassini anche in queste zone.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti (con le modalità di cui al punto 8.5.1) per ulteriori 3 giorni consecutivi alla rimozione dei casseri; qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla D.L.

Qualora per particolari esigenze costruttive si debba procedere con una rapida rimozione delle casseforme (immediatamente dopo le 24 h dal getto, ma comunque sempre su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori) la superficie dei getti dovrà essere prontamente ricoperta con fogli di polietilene e tale rimarrà per 7 giorni consecutivi.

20.8 Posa in opera delle armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico al fine di garantire gli spessori di copriferro previsti in progetto; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

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

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

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

20.0 ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.

20.1 Acciaio ordinario per c.a. ad aderenza migliorata

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

Acciaio tipo B450C

- barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$;
- tralicci elettrosaldati $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$.

Acciaio tipo B450A

- barre d'acciaio ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$), rotoli ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 10 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$;
- tralicci elettrosaldati $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$.

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal DM 14-01-2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

20.1.1 Controlli sull'acciaio

I controlli avverranno con le modalità e le frequenze indicate nei punti seguenti.

Si precisa che per tutte le forniture dichiarate non idonee (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

20.1.1.1 Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad adherenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel DM 14-01-2008 al § 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da copia dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

I centri di trasformazione sono impianti esterni alla fabbrica e al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, ferri piegati, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri devono possedere i requisiti ed operare in conformità alle disposizioni dei §§ 11.3.1.7 e 11.3.2.10.3 del DM 14-01-2008.

Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione è necessaria la documentazione atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal DM 14-01-2008.

Inoltre dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (che può anche essere inserita nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera provvederà a verificare quanto sopra indicato; in particolare controllerà la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.

20.1.1.2 Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel DM 14-01-2008 al § 11.3.2.10.4.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato e per tre differenti diametri delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del DM 14-01-2008, potrà usufruire del medesimo

Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.2.10.4 del DM 14-01-2008.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

20.1.2 Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nella UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) al § 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 \varnothing
$\varnothing > 16 \text{ mm}$	7 \varnothing

20.1.3 Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

20.2 Acciaio inossidabile per c.a. ad aderenza migliorata

Gli acciai inossidabili, se il loro impiego è previsto in progetto, dovranno rispettare tutte le caratteristiche previste al § 11.3.2.9.1 del DM 14-01-2008.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre, nonché per le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova e l'accettazione delle forniture si procederà come per gli acciai ordinari (punto 11.1.1 della presente Sezione).

20.3 Acciaio per c.a. ad aderenza migliorata zincato a caldo

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

20.3.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo

Per gli acciai da zincare a caldo valgono le medesime regole sulla qualità e sulle verifiche indicate al punto 11.1.1 della presente Sezione.

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

20.3.2 Zincatura a caldo per immersione

20.3.2.1 Trattamento preliminare

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400 - 430 K.

20.3.2.2 Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179/05, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m' di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm \pm 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

20.3.2.3 Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

20.3.2.4 Verifiche

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste al punto 11.1.1 dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto 11.3.2.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le forniture saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI EN ISO 1461:1999.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a $610 \text{ g/m}^2 +10\%$ la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a $610 \text{ g/m}^2 -10\%$ la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI EN ISO 1460:1997.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

20.3.2.5 Certificazioni

Il produttore, oltre alla documentazione richiesta al punto 1.11.1, dovrà presentare per ogni fornitura la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

21. TOLLERANZE DI ESECUZIONE

La Direzione Lavori procederà sistematicamente, sia in corso d'opera che a struttura ultimata, alla verifica delle quote e dimensioni indicate nel progetto esecutivo.

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

- | | |
|---|--|
| - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto | $S = \pm 2.0 \text{ cm}$ |
| - dimensioni in pianta | $S = - 3.0 \text{ cm o } + 5.0 \text{ cm}$ |
| - dimensioni in altezza (superiore) | $S = - 0.5 \text{ cm o } + 2.0 \text{ cm}$ |
| - quota altimetrica estradosso | $S = - 0.5 \text{ cm o } + 2.0 \text{ cm}$ |

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:

- | | |
|--|--|
| - posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto | $S = \pm 2.0 \text{ cm}$ |
| - dimensione in pianta (anche per pila piena) | $S = - 0.5 \text{ cm o } + 2.0 \text{ cm}$ |
| - spessore muri, pareti, pile cave o spalle | $S = - 0.5 \text{ cm o } + 2.0 \text{ cm}$ |
| - quota altimetrica sommità | $S = \pm 1.5 \text{ cm}$ |
| - verticalità per $H \leq 600 \text{ cm}$ | $S = \pm 2.0 \text{ cm}$ |
| - verticalità per $H > 600 \text{ cm}$ | $S = \pm H/12$ |

Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:

- | | |
|---------------------------------|---|
| - spessore: | $S = -0.5 \text{ cm o } + 1.0 \text{ cm}$ |
| - quota altimetrica estradosso: | $S = \pm 1.0 \text{ cm}$ |

Vani, cassette, inserterie:

- | | |
|--|--------------------------|
| - posizionamento e dimensione vani e cassette: | $S = \pm 1.5 \text{ cm}$ |
| - posizionamenti inserti (piastre, boccole): | $S = \pm 1.0 \text{ cm}$ |

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

Per le tolleranze sopra riportate sono possibili variazioni qualora:

- nel progetto esecutivo siano stati indicati valori differenti per gli scostamenti ammessi;
- la Direzione dei Lavori, per motivate necessità, faccia esplicita richiesta di variazione dei valori.

22. PROVE DI CARICO

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, dovranno identificare la corrispondenza del comportamento teorico con quello sperimentale. I calcestruzzi degli elementi sottoposti a collaudo devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio.

Il programma delle prove, stabilito dal Collaudatore, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese deve essere sottoposto alla Direzione dei Lavori per l'attuazione e reso noto al Progettista e all'Impresa.

I criteri generali sono i seguenti:

- Le prove di carico ai fini del collaudo statico dovranno essere eseguite in accordo alle normative vigenti ed alle indicazioni del Collaudatore e della D.L.
- L'effettuazione delle prove dovrà essere programmata con la D.L. a cura dell'Impresa con adeguato anticipo. L'Impresa dovrà verificare e fare in modo che al momento del collaudo risulti disponibile tutta la certificazione prevista contrattualmente e dalla normativa vigente.
- Prima della effettuazione delle prove l'Impresa dovrà concordare con la D.L. la quantità ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, garantendo la operatività e la precisione richiesta e facendo eseguire le tarature eventualmente necessarie
- Sarà cura dell'Impresa assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura.

L'Impresa, infine, è tenuta ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi, volti a sanare situazioni ritenute insoddisfacenti, da parte della Direzione Lavori, del Collaudatore o del Progettista.