

AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



PROGETTO DEFINITIVO DELLA NUOVA CALATA AD USO CANTIERISTICA NAVALE ALL'INTERNO DEL PORTO PETROLI DI GENOVA SESTRI PONENTE E DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO MOLINASSI

LOTTO 1

MESSA IN SICUREZZA DEL TRATTO TERMINALE URBANO DEL RIO
MOLINASSI

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

PROGETTISTA INCARICATO DA COCIV



COMMESSA FASE LOTTO TIPO DOC. Progr. REV.
4 5 5 0 2 3 7 6 D 1 R 0 0 6 B

PROGETTAZIONE

Rev.	Descrizione Emissione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	Prima Emissione	Rossi	30/09/2014	Lo Turco	30/09/2014	Susani	30/09/2014	
B	Recepimento Progetto di Risoluzione Oleodotti	Polli	05/12/2014	Lo Turco	05/12/2014	Susani	05/12/2014	

VERIFICATO:

VALIDATO: AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA

IL RUP	ASSISTENTI AL RUP
Dott. Ing. A. Pieracci	Dott. Geol. G Canepa Geom. I. Dellepiane Geom. G. Di Luca P.I. F. Piazza Dott. Ing. D. Sciutto Dott. Ing. M. Vaccari Dott. Ing. C. Vincenzi

INDICE

PARTE I – PROGETTO ESECUTIVO	6
Art. 1. Progettazione esecutiva	6
Art. 2. Caratterizzazione Ambientale.....	6
Art. 3. Prestazione accessorie, rilievi, indagini e analisi	6
Art. 4 Prescrizioni relative alla progettazione esecutiva.....	6
Art. 5 Requisiti dei progettisti	7
Art. 6 Strumenti a disposizione dei progettisti.....	7
PARTE II - OPERE	8
Art. 1. Condizioni comuni a tutti i lavori e materiali	8
Art. 2. Qualità, caratteristiche e provenienza dei materiali e dei prodotti.....	8
Art. 3. Allestimento del Cantiere.....	9
Art. 4. Cartello di cantiere.....	9
Art. 5. Continuità' del transito	9
Art. 6. Segnaletica di cantiere ed opere accessorie.....	10
Art. 7. Proprietà dei materiali d'escavazione e di demolizione: utilizzo e smaltimento	11
Art. 8. Mano d'opera.....	12
Art. 9. Tracciamenti	12
Art. 10. Bonifica ordigni bellici, mine ed oggetti imprevisti.....	12
Art. 11. Monitoraggio archeologico delle attività	14
Art. 12. Esecuzione di attraversamenti interrati con sistema oleodinamico (spingitubo).....	14
Art. 13. Demolizioni	15
Art. 14. Scavi.....	16
Art. 15. Jet grouting.....	17
Art. 16. Micropali	19
Art. 17. Barre autoperforanti.....	22
Art. 18. Palancolati	23
Art. 19. Grigliati e lamiere.....	29
Art. 20. Opere in acciaio da carpenteria	30
Art. 21. Opere in c.a.	58
Art. 22. Dalle prefabbricate	87
Art. 23. Barriere e parapetti.....	87
Art. 24. Cabine elettriche prefabbricate parzialmente assemblata in stabilimento	90
Art. 25. Fondazioni e manti stradali Area via merano, via bressanone e via ronchi.....	91
Art. 26. Membrana impermeabilizzante in teli.....	92



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Art. 27. Monitoraggio dei cedimenti durante le fasi di realizzazione delle colonne in jet grouting e delle
sottomurazioni. 93



GENERALITÀ INTERVENTO E DESCRIZIONE OPERE

Il progetto consiste nella creazione di una nuova piattaforma industriale, ubicata tra il pontile Delta del Porto Petroli di Multedo e l'area Fincantieri a Sestri Ponente, per il trasferimento delle attività industriali attualmente collocate a nord della ferrovia. L'intervento consente di migliorare la logistica delle aree cantieristiche che, in tale modo, risulterebbero tutte concentrate lungo il lato mare del tracciato ferroviario, così determinando un utilizzo più efficace e razionale delle aree industriali.

L'area oggetto di riempimento è interessata dalla foce di un rio, denominato rio Molinassi, che attualmente presenta una situazione di elevata pericolosità per insufficienza delle sezioni e che, nell'ambito degli interventi in progetto, verrà deviato nel tratto terminale, adeguandone al contempo la sezione idraulica.

La realizzazione dei due Lotti, sebbene relativi ad opere funzionalmente distinte ed indipendenti, risulta essere reciprocamente vincolata da alcuni aspetti, come ad esempio l'impossibilità di completare la costruzione dell'intera calata a mare senza aver deviato completamente l'attuale foce del rio Molinassi o il riutilizzo del materiale scavato per la realizzazione del nuovo alveo per riempire la cassa. Questi aspetti comportano una particolare attenzione nella pianificazione delle attività della realizzazione delle due opere ed un attento coordinamento delle attività fra i due lotti. Per una completa descrizione delle attività si rimanda agli elaborati progettuali.

Ai fini del "Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli Elementi Tecnici del Lotto I", è opportuno ricordare quanto segue:

- La parte idonea del materiale di scavo ottenuto dal Lotto I verrà utilizzata per il riempimento della Cassa di Colmata;
- Il perimetro della Cassa di Colmata non potrà essere chiuso fino al completamento del Lotto I in modo da garantire il normale deflusso dell'attuale Rio Molinassi;
- Le cantierizzazioni delle opere relative allo spostamento degli Oleodotti esistenti, alla Foce del nuovo Manufatto Idraulico ed allo Scatolare Spingitubo previste all'interno del Lotto I, sono spazialmente interferenti con quelle del Lotto II. Le tempistiche di realizzazione delle opere nei due Lotti in queste aree dovranno essere sfalsate, per risolvere la potenziale interferenza.



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici



Figura 1 – inquadramento area di intervento



PARTE I – PROGETTO ESECUTIVO

Art. 1. Progettazione esecutiva

Il progetto esecutivo delle opere, conforme a quanto indicato nel progetto definitivo ai sensi della normativa vigente sull'appalto integrato dei lavori in oggetto, dovrà essere redatto a spese dell'Appaltatore. I nomi dei professionisti e/o delle società di Ingegneria che verranno incaricati della redazione del progetto esecutivo dovranno essere indicati in sede di gara d'appalto. Il progetto esecutivo dovrà essere redatto secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo n.163 del 2006 e del Regolamento d'Esecuzione ed Attuazione del Presidente della Repubblica n.210 del 5 Ottobre 2010.

Art. 2. Caratterizzazione Ambientale

Già in fase di Progettazione Esecutiva si dovrà prevedere la caratterizzazione dei terreni di scavo e dei materiali di risulta e demolizione. Per la definizione dei criteri e le norme d'esecuzione si rimanda al capitolo specifico della Relazione Generale.

Art. 3. Prestazione accessorie, rilievi, indagini e analisi

A maggiore precisazione di quanto indicato nei diversi articoli del presente capitolato speciale, con gli oneri per la Progettazione e Spese tecniche, si intendono compensate tutte le attività, e le relative spese necessarie per dare il lavoro finito a regola d'arte nei tempi contrattuali.

Nell'importo indicato per la progettazione e le spese tecniche sono esplicitamente inclusi (oltre a quant'altro si rendesse necessario ai sensi dei precedenti articoli) gli oneri relativi alle attività di seguito riportate, la cui esecuzione rimane comunque a carico dell'appaltatore:

- Indagini geognostiche e relazioni geologiche e geotecniche
- Prelievi e analisi chimiche, nonché relazioni tecniche specialistiche ad essi inerenti;
- Istruzioni di pratiche autorizzative, comprese le relative imposte di bollo;
- Rilievi topografici (di prima e seconda pianta).

Art. 4 Prescrizioni relative alla progettazione esecutiva

Il Progetto Esecutivo dovrà essere redatto tenendo conto di tutte le modifiche e integrazioni che saranno eventualmente richieste dalle autorità competenti.

La necessità di adempiere alle prescrizioni delle autorità competenti, qualora dette prescrizioni siano precedenti all'aggiudicazione dell'appalto, non comporterà in nessun caso un incremento dei tempi di progettazione: resta all'Appaltatore la piena responsabilità circa la presentazione del progetto esecutivo in tempi contrattuali.



Art. 5 Requisiti dei progettisti

I professionisti e/o le società di ingegneria incaricati della redazione del progetto esecutivo di cui al presente elaborato dovranno possedere i requisiti minimi di cui all'Art. 66 del D.P.R. 554/99 e s.m.ed i., e laddove più restrittivi, dovranno possedere i requisiti stabiliti nel bando di gara.

Tra i professionisti incaricati e/o nel gruppo di progettazione indicato dalle società di ingegneria dovranno essere per lo meno inclusi:

N° 3 ingegnere senior, abilitato all'esercizio della professione di ingegnere da almeno 10 anni, con comprovata esperienza nel settore delle Costruzioni Idrauliche e delle Opere Marittime;

N° 4 ingegneri junior, abilitati all'esercizio della professione di ingegnere da almeno 3 anni, con comprovata esperienza nel settore delle Costruzioni Idrauliche e delle Opere Marittime;

N° 2 ingegnere geotecnico senior, abilitato all'esercizio della professione di ingegnere da almeno 10 anni, con comprovata esperienza nella trattazione di problematiche caratteristiche di ambienti costieri e portuali.

N° 1 geologo senior, abilitato all'esercizio della professione di geologo da almeno 10 anni, con comprovata esperienza nella trattazione di problematiche caratteristiche di ambienti costieri e portuali.

Art. 6 Strumenti a disposizione dei progettisti

Il progetto esecutivo delle opere, conformi a quanto indicato nel Progetto Definitivo dovrà essere redatto, ai sensi della normativa vigente, a spese dell'Appaltatore. I professionisti o le società di ingegneria che verranno incaricati della redazione del progetto esecutivo dovranno possedere i seguenti strumenti:

1. possesso di licenze software relative a codici di calcolo sviluppati da istituti di ricerca internazionalmente riconosciuti in grado di:
 - simulare il comportamento tenso-deformativo dei terreni e delle opere di fondazione;
 - simulare il comportamento tenso-deformativo di strutture in c.a.;
 - simulare il comportamento idraulico di canali e corsi d'acqua;
 - simulare il comportamento idraulico portuale.
2. comprovata esperienza nel campo della modellistica numerica applicata allo studio delle problematiche al punto precedente; i modelli dovranno essere impiegati per i necessari approfondimenti progettuali da sviluppare a livello esecutivo o secondo eventuali prescrizioni comunicate dagli Enti.



PARTE II - OPERE

Art. 1. Condizioni comuni a tutti i lavori e materiali

L'esecuzione di tutti i lavori verrà condotta, con la massima precisione, secondo i disegni di progetto e le indicazioni verbali e scritte, fornite dalla Direzione dei Lavori a tale scopo, con materiali di qualità scelta, delle dimensioni, lavorazioni e provenienze prescritte, mettendo in pratica tutte le norme e migliori regole che l'arte prescrive e seguendo tutte le ordinazioni ed i suggerimenti che nei singoli casi saranno dati dalla Direzioni dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare tutte le norme singolarmente indicate nel Progetto Esecutivo.

Gli eventuali maggiori lavori o somministrazioni eseguiti senza la preventiva autorizzazione, non verranno contabilizzati. Lo stesso dicasi per i lavori che non fossero stati eseguiti a perfetta regola d'arte.

L'Appaltatore sarà obbligato a notificare in tempo utile al Direttore dei Lavori, per la loro accettazione, la provenienza di tutti i materiali da impiegare nell'esecuzione dei lavori, nonché dei materiali in provvista. Tutte le spese per la sperimentazione dei materiali saranno a carico dell'Appaltatore, il quale è anche tenuto a fornire campioni oppure produrre campionature "in loco".

L'Appaltatore dovrà anche, a richiesta della Direzione, produrre le fatture originali delle case fornitrici dei materiali, restando in facoltà della Direzione Lavori di escludere, a suo insindacabile giudizio, quelle provenienze che non ritenesse adeguate.

Sarà a cura e spese dell'Appaltatore provvedere a riparare e proteggere i materiali e le attrezzature affinché questi non siano danneggiati.

Per quanto riguarda la contabilizzazione dei lavori a misura, nei risultati finali dello sviluppo di ogni singola formula si terrà conto delle sole due cifre decimali. Si dovrà aumentare la seconda cifra decimale di un'unità se la cifra seguente è uguale o superiore a 5, si dovrà lasciarla tale quale se la cifra seguente è inferiore a 5.

I prodotti rappresentanti gli importi di ogni singola categoria di lavoro verranno arrotondati al centesimo di euro.

Art. 2. Qualità, caratteristiche e provenienza dei materiali e dei prodotti

In genere i materiali occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché gli stessi siano accettati ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e siano rispondenti ai requisiti di cui ai seguenti articoli.

Anche una volta accettati, resta sempre all'Appaltatore la piena responsabilità dei materiali e dei prodotti utilizzati, infatti L'Appaltatore è tenuto a controllare che tutti i materiali ed i prodotti impiegati abbiano caratteristiche corrispondenti a quelle prescritte dal Progetto e a quelle dei campioni fatti esaminare.



Oltre alle norme contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, per la scelta ed accettazione dei materiali, nonché per l'esecuzione di lavori particolari, soggetti a speciali disposizioni, saranno applicabili tutte le norme ufficiali in vigore, ivi comprese quelle emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, alla cui osservanza l'Appaltatore è tenuto.

Art. 3. Allestimento del Cantiere

Tutti gli oneri dipendenti dall'allestimento di cantiere, dallo smontaggio, dal successivo rimontaggio e dall'onere derivante dalla costruzione in fasi, nonché quelli delle occupazioni temporanee, , cartelli di segnalazione e lanterne, s'intendono compensati, senza eccezioni, con la somma a corpo offerta in fase di gara.

In particolare, se non diversamente indicato, le quotazioni offerte devono intendersi comprensive dei costi indiretti di cantiere dovuti ad attrezzature e che comprendono:

- la recinzione, le strade di servizio di cantiere;
- il montaggio e lo smontaggio delle gru;
- il montaggio e lo smontaggio dell'impianto di betonaggio;
- l'allaccio ai pubblici servizi;
- i baraccamenti e altri servizi logico assistenziali sanitari;
- i ponteggi;
- in generale i dispositivi di sicurezza, atti a garantire il rispetto delle Norme per la Salute e Sicurezza dei lavoratori.

Art. 4. Cartello di cantiere

L'appaltatore deve predisporre ed esporre in sito 1 cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, corredato di idonea documentazione fotografica e/o grafica, curandone i necessari aggiornamenti periodici, entro 5 gg. dal Verbale di Consegna dei Lavori.

L'appaltatore deve predisporre ed esporre un numero di esemplari del cartello indicatore, maggiore di quello di cui al comma 1, qualora ritenuto necessario dal Direzione Lavori o dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

Art. 5. Continuità' del transito

L'impresa durante la costruzione della strada ha l'obbligo di mantenere la continuità del transito sulla linea ferroviaria Genova Ventimiglia e su entrambe i sensi di marcia di via Merano (tre corsie da alternare in funzione dei flussi di traffico) , consentendo la svolta in via Sant'Alberto dell'autobus interurbano, come illustrato negli elaborati di progetto relativi alla viabilità provvisoria di via Merano.

Tutti gli oneri cagionati all'impresa dal pubblico transito sulla strada, durante la sua costruzione, sono compensati con la somma a corpo offerta in fase di gara.



Il fascio di binari a nord della linea Genova-Ventimiglia può essere temporaneamente interrotto secondo le modalità descritte negli elaborati (D_01_D027).

Art. 6. Segnaletica di cantiere ed opere accessorie

Gli interventi in progetto dovranno essere eseguiti mantenendo funzionale la linea ferroviaria Genova Ventimiglia, le infrastrutture viarie adiacenti e entrambi i sensi di marcia di via Merano, consentendo la svolta in via Sant'Alberto dell'autobus interurbano. I lavori saranno quindi di norma eseguiti in soggezione di traffico, anche con fasi operative successive, per le quali occorrerà approntare ripetute deviazioni provvisorie e segnaletica di cantiere indicate nei relativi elaborati di progetto.

Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per:

- la recinzione, segnaletica e segnalazione -sia di giorno che di notte- degli sbarramenti, del cantiere, delle deviazioni di traffico;
- garantire l'accessibilità agli edifici dei mezzi di soccorso, pedoni e veicoli;
- il mantenimento in ogni tempo delle condizioni di sicurezza, sia per la pubblica incolumità che per il traffico, di tutti i cantieri in consegna;
- l'allontanamento di ogni risulta.

Il prezzo offerto per il presente articolo comprende e compensa tutti gli oneri legati alla fornitura in opera della segnaletica che si rendesse necessaria a giudizio della Direzione Lavori per la regolamentazione del traffico. Il prezzo offerto comprende e compensa inoltre anche ogni onere per:

- montaggio e smontaggio
- eventuali noli per tutta la durata contrattuale dei lavori
- manutenzione e controllo
- guard-rail provvisori, in acciaio, calcestruzzo, plastica (zavorrati con acqua), ecc. atti a delimitare le zone di lavoro, la parte carrabile, e la parte pedonale, per garantire la sicurezza dei lavoratori e degli utenti;
- modificazione, spostamento, nuova organizzazione del sistema dei controlli e della regolazione degli accessi e della separazione aree di lavoro-area di transito carrabile-area di transito pedonale.

Detti accessori dovranno essere comprensivi di ogni onere per garantire la loro stabilità e potranno essere spostati durante l'andamento di lavori per esigenze connesse al cantiere ovvero per ordine della Direzione Lavori.



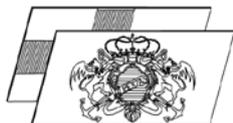
AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Art. 7. Proprietà dei materiali d'escavazione e di demolizione: utilizzo e smaltimento

La gestione dei materiali di scavo e di demolizione è trattata nel Piano di Utilizzo del Progetto a cui si rimanda al relativo elaborato.



Art. 8. Mano d'opera

Gli operai per il lavoro in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti delle necessarie attrezzature, nonché dei dispositivi di sicurezza.

Nelle prestazioni di mano d'opera saranno seguite le disposizioni stabilite nelle leggi e dai contratti collettivi di lavoro stipulati e convalidati, a norma delle leggi sulla disciplina giuridica e dei rapporti collettivi.

Le frazioni di giornata verranno valutate ad ore.

Art. 9. Tracciamenti

Resta esplicitamente convenuto che l'Impresa è tenuta ad eseguire a sua cura e spese tutte le necessarie operazioni di tracciamento delle opere, restando altresì obbligata alla conservazione degli elementi relativi, per tutta la durata dei lavori.

Nel caso in cui, a causa di errori di tracciamento, la realizzazione delle opere ne sia inficiata, l'appaltatore non potrà invocare a proprio scarico di responsabilità le verifiche fatte dai funzionari della stazione appaltante e sarà obbligato ad eseguire a sue spese tutti i lavori che la Direzione dei Lavori ordinerà a proprio insindacabile giudizio per le necessarie correzioni, qualunque ne sia l'estensione, compresa anche la totale demolizione e ricostruzione delle opere.

Art. 10. Bonifica ordigni bellici, mine ed oggetti imprevisti

Le attività di Bonifica da ordigni Bellici, ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica all'effettuazione di qualsiasi altra attività lavorativa.

I lavori di bonifica saranno eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto e disposto dall'Amministrazione Militare competente per territorio.

Prima di dare corso alle attività di cantiere, l'impresa esecutrice dovrà richiedere alla Direzione Genio Militare territorialmente competente, un parere sull'opportunità (necessità) di eseguire i lavori di bonifica. La richiesta dovrà essere corredata da tutta la documentazione atta ad individuare le aree interessate ed a definire la tipologia delle attività da eseguire.

L'impresa esecutrice dovrà inoltre richiedere preventiva autorizzazione all'Amministrazione Militare.

Due giorni prima dell'inizio delle attività l'impresa esecutrice e il Consorzio dovranno comunicare all'amministrazione militare:

- Data inizio e data fine dei lavori (prevista);
- Elenco nominativo del personale che effettivamente sarà impiegato, con riferimento ai documenti di qualifica (brevetti) in loro possesso;
- Elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo.

Durante l'esecuzione dei lavori, ed al termine degli stessi l'impresa esecutrice dovrà comunicare e consegnare all'Amministrazione Militare la seguente documentazione:



- Elenco dell'eventuale nuovo personale da utilizzare nel corso dei lavori;
- Elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- Planimetria indicante le zone bonificate;
- Data di fine lavori;
- Dichiarazione a garanzia di avvenuta bonifica.

L'impresa esecutrice della bonifica degli Ordigni bellici inoltre dovrà predisporre e curare:

- un diario giornaliero delle prestazioni;
- un registro del personale presente;
- un registro delle attrezzature impiegate;
- un registro degli ordigni rinvenuti;

Il diario giornaliero dovrà riportare l'indicazione della numerazione dei campi oggetto d'intervento, la quantità delle prestazioni eseguite, la strumentazione (rilevatore) impiegato e le relative modalità. Il diario dovrà essere sottoscritto dal rastrellatore impiegato e dall'Assistente Tecnico dell'impresa che si occuperà della bonifica.

Qualora fossero ritrovati ordigni bellici l'Impresa esecutrice dovrà evitare di procedere a qualunque rimozione e/o manipolazione o spostamento dell'ordigno rinvenuto e dovrà mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari onde evitare che estranei possano avvicinarsi agli ordigni rinvenuti fino alla presa in consegna da parte del personale indicato dal comando FOD competente per la loro eliminazione.

L'impresa esecutrice dovrà inoltre tempestivamente comunicare in forma scritta del ritrovamento i seguenti uffici governativi ed enti:

- Comando stazione Carabinieri di competenza territoriale;
- Prefettura competente territorialmente;
- Comando FOD competente;
- Reparto Infrastruttura competente;

L'impresa esecutrice al termine dei lavori di bonifica, dovrà entro 20 giorni presentare al Reparto Infrastrutture competente, duplice esemplare in bollo della Dichiarazione di Garanzia, sottoscritta dal legale rappresentante e dal Dirigente Tecnico, corredata dalle planimetrie attestante i lavori di ricerca effettuati. Copia della lettera di trasmissione della documentazione sopracitata sarà inviata anche alla Committenza.

Le aree bonificate non potranno essere utilizzate fintanto che il Reparto Infrastrutture competente non avrà provveduto ad effettuare i necessari accertamenti per il rilascio del Verbale di Constatazione.

La rimozione di quanto individuato compete al personale dal Reparto Infrastrutture competente secondo quanto previsto dalle norme vigenti.



Art. 11. Monitoraggio archeologico delle attività

Durante le attività di scavo è prevista l'esecuzione di un monitoraggio archeologico delle attività.

Il monitoraggio delle attività di scavo sarà reso attraverso la presenza costante sui mezzi da lavoro di un archeologo professionista di comprovata esperienza e sarà comprensivo di tutte le attività che si rendessero necessarie per il recupero e la documentazione di eventuali reperti d'interesse storico-archeologico.

L'attività consisterà principalmente nella realizzazione delle seguenti attività principali:

- Controllo dei sedimenti estratti dai fondali marini nel momento stesso della loro emersione;
- Vaglio e recupero di eventuali reperti d'interesse storico-archeologico;
- Pulizia, documentazione fotografica e primi interventi di conservazione dei reperti;
- Analisi e registrazione delle stratigrafie sedimentarie e dei parametri tecnici relativi a profondità, quantità, consistenza e tipologia del sedimento, ecc.;
- Documentazione video-fotografica esemplificativa del contesto ambientale e delle operazioni d'indagine archeologica eseguite;
- Redazione di una scheda giornaliera delle attività di monitoraggio archeologico.

Al termine dell'attività verrà redatta una relazione archeologica conclusiva che includa: inquadramento generale, descrizione delle attività archeologiche e delle metodologie d'indagine applicate, elenco preliminare dei reperti e delle evidenze archeologiche, documentazione fotografica e restituzione cartografica su scale adeguate.

Le attività di assistenza archeologica saranno da realizzarsi secondo le prescrizioni e la supervisione scientifica della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria.

Gli eventuali interventi archeologici verranno eseguiti solo in presenza di condizioni idonee all'applicazione della metodologia d'indagine indicata.

Art. 12. Esecuzione di attraversamenti interrati con sistema oleodinamico (spingitubo)

L'attraversamento interrato servirà per sottopassare la linea ferroviaria Genova Ventimiglia esistente. La tecnica dell'infissione oleodinamica di monoliti è fondamentale per garantire, durante i lavori, il mantenimento dell'esercizio ferroviario, riducendo al minimo le interferenze con lo stesso; nell'ambito dei lavori di realizzazione di sottopassi ferroviari, consiste nella costruzione fuori opera, in apposita area (fosso di varo), di un manufatto prefabbricato (monolito) il quale viene successivamente posto in esercizio sotto il binario attraverso la spinta, con scavo in avanzamento, a mezzo di martinetti idraulici.

Le attività da eseguire sono dunque le seguenti:



- Realizzazione della "platea di varo" e del "muro reggispinta";
- Realizzazione del monolito in c.a.;
- Installazione delle apparecchiature di spinta (martinetti idraulici, prolunghe, ecc.);
- Montaggio sistema di sostegno del binario;
- Scavo in avanzamento e Infissione oleodinamica del monolito;
- Smontaggio sistema di sostegno del binario;
- Realizzazione opere di completamento del sottopasso.

In fase di progettazione esecutiva/costruttiva del monolito, particolare attenzione deve essere posta alla definizione della geometria del manufatto, con riferimento alla parte anteriore dello stesso (rostro), ed alla distanza tra il piano del ferro e l'estradosso c.a. della soletta superiore del monolito.

L'esecuzione sarà eseguita da fossa di spinta debitamente predisposta, delle dimensioni e caratteristiche conformi a quanto stabilito nelle tavole di progetto e, comunque, risultanti dai calcoli dimensionali e statici (in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire) che l'Appaltatore dovrà, preventivamente all'inizio dei lavori ed a sua cura e spese, attestare e/o certificare alla Direzione Lavori.

Applicazione particolare della tecnica dell'infissione oleodinamica è quella relativa alla traslazione oleodinamica di una struttura scatolare in c.a. (monolito), nella configurazione definitiva, previa esecuzione dello scavo sotto binario senza cioè scavo di terreno in avanzamento: la cosiddetta spinta "a vuoto".

Tale soluzione richiede, preliminarmente all'infissione oleodinamica del monolito, la realizzazione di opere provvisoriale/definitive (infissione di palancole lato nord, colonne in jet grouting, tiranti, struttura di appoggio, ecc.) necessarie per consentire lo scavo sotto il binario, garantendo la stabilità e la sicurezza del rilevato ferroviario, nonché per l'appoggio delle strutture provvisorie di sostegno.

Art. 13. Demolizioni

Prima di dare inizio alle demolizioni delle aree, tutte le tubazioni, i cavi ed in genere i sottoservizi che potrebbero essere coinvolti, dovranno essere spostati o rimossi secondo le necessità delle utenze collegate.

Le demolizioni degli edifici e delle altre costruzioni ricadenti nelle aree coinvolte, potranno essere eseguite con qualsiasi mezzo con la sola eccezione dell'uso degli esplosivi e di mazze oscillanti.

Tutti i materiali di risulta dalle demolizioni idonei al reimpiego nell'ambito del cantiere del Lotto II, saranno stoccati in aree ben definite e quindi riutilizzati. Le parti non più reimpiegabili saranno allontanate dal cantiere ed inviate a recupero oppure o a smaltimento secondo quanto definito nel Piano di Utilizzo.



Art. 14. Scavi

Gli scavi potranno essere eseguiti con qualsiasi mezzo adatto allo scopo. Dovranno essere stabili e sicuri. Quando occorre, sarà necessario puntellarli e sbadacchiarli in modo da assicurare gli operai contro ogni pericolo di smottamento di materiali.

Negli scavi in corrispondenza di pavimentazioni stradali ed industriali è compresa la loro demolizione o il loro disfacimento, siano esse in conglomerato cementizio, che bituminoso, di qualunque spessore e consistenza. Restano escluse soltanto le strutture di fondazione e sovrastrutture di banchina inserite negli scavi.

Tutti i materiali di risulta, come per quelli provenienza dalle demolizioni, che fossero ritenuti idonei per riempimenti, dovranno saranno accumulati in luoghi appositamente indicati.

Il prezzo degli scavi si intende per profondità fino a -0,20 m sotto rispetto al livello dell'acqua; sino a quel livello si intendono compensati oneri di aggotamento o esaurimento di acqua con qualunque mezzo siano eseguiti.

Negli scavi dovranno essere adottate tutte le cautele necessarie a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e tenuta a provvedere, a proprie spese, alle rimozioni delle materie franate ed al ripristino delle sezioni correnti.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi adeguati e con sufficiente mano d'opera, si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e il deflusso delle acque.

I materiali provenienti dagli altri impieghi nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto in zone disposte a cura dell'impresa; lo stesso dicasi per quelle invece inutilizzabili ed esuberanti le necessità dei lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito pedonale e veicolare a norma delle leggi vigenti.

Sono egualmente a carico dell'Appaltatore le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico. Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando sia necessario, per ordine della D.L., impedire il traffico nella zona interessata dai lavori, dovrà provvedersi a cura dell'Appaltatore alla posa di segnalazioni luminose e sbarramenti a cavalletto a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia in tempo avvertito dell'impedimento.

Gli scavi dovranno spingersi fino alle quote adatte per le fondazioni previa approvazione da parte della D.L. del progetto planoaltimetrico, a carico dell'Impresa Appaltatrice, dell'area oggetto di sbancamento per la definizione delle scarpate.

L'impresa aggiudicataria dovrà provvedere:



- sbancamento su tutta l'area interessata dall'intervento dello spessore corrispondente al terreno vegetale con accatastamento del materiale ritenuto idoneo nelle zone indicate dalla D.L.;
- trasporto dei materiali di scavo nell'ambito dell'area del cantiere per essere utilizzato come materiale di rinterro;
- eventuali sbadacchiature, ponteggi o opere provvisorie necessarie;
- realizzazione di rampe per lo scavo meccanico;
- abbattimento ed allontanamento di alberi, cespugli ecc.;
- eventuali aggotanti di acque, anche a mezzo pompe, ecc.;
- l'eventuale demolizione di murature o trovanti anche con l'impiego di attrezzature meccaniche e/o pneumatiche;

Per la scarico dell'acqua d'aggotamento si dovranno adottare sistemi di decantazione, per evitare intasamenti ed ostruzione dei condotti e l'apporto di materiale solido nell'alveo del fiume.

Gli scavi alla presenza d'acqua dovranno procedere da valle a monte, avere il fondo ben livellato ed essere realizzati con canaletto regolare sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe. Non si considera scavo in acqua quello eseguito in presenza di venute d'acqua localizzate nello spazio e nel tempo, qualunque ne sia l'entità.

Art. 15. Jet grouting

Si prevede la realizzazione sia di colonne ellittiche con funzione di paratia di sostegno degli scavi ed impermeabilizzazione che di colonne circolari per la realizzazione di tappi di fondo.

Mentre nelle colonne circolari la rotazione delle aste è a velocità costante, per le colonne ellittiche la velocità di rotazione è variabile ($V+$ e $V-$) ed associata a settori $S+$ e $S-$; gli altri parametri fondamentali del jetting rimangono costanti a prescindere dal settore.

Nelle colonne ellittiche esistono due settore $S+$ di pari ampiezza, diametralmente contrapposti, e quindi due settori $S-$ di dimensioni ridotte; non si ha più un diametro nella colonna generata, ma una lunghezza longitudinale ed uno spessore minimo della colonna S_{min} . L'ampiezza del settore $S-$ determina lo spessore massimo della colonna S_{max} ed ha influenza sull'intera geometria della colonna e sul suo spessore minimo S_{min} .

Nel caso di impiego come paratie le colonne ellittiche sono compenstrate tra loro ad un interasse minore della lunghezza longitudinale; vengono realizzate in sequenza (a fresco) od in sequenza alternata (colonne primarie / secondarie).

Le dimensioni minime degli assi dell'ellisse da realizzare sono:

- $D+=80\text{cm}$;
- $D-=50\text{cm}$



Prima di procedere all'esecuzione di colonne di terreno consolidato, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese una serie di "colonne di prova" atte a dimostrare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché a determinare i valori ottimali delle pressioni di iniezione, delle velocità di rotazione e di estrazione delle aste e dei dosaggi della miscela.

Le colonne di prova saranno eseguite in terreni aventi caratteristiche identiche a quelle su cui si dovrà operare. Il numero e le lunghezze delle colonne di prova saranno concordate con la Direzione Lavori sulla base della eterogeneità dei terreni da trattare, dei parametri progettuali e dell'importanza dell'intervento.

Successivamente, a cura e spese dell'Impresa, la serie di prove sarà scoperta per almeno 5 m e sottoposta ad esame visivo al fine di verificarne: diametro reso, regolarità, buona conformazione e, ove richiesta, l'avvenuta compenetrazione. Su alcune delle colonne di prova sarà eseguito un carotaggio continuo di diametro non inferiore a 100 mm per l'intera lunghezza della colonna. La percentuale di carotaggio estratto non dovrà risultare inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna ed il valore dell'R.Q.D. non dovrà essere inferiore al 70%. Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere catalogate in apposite cassette ed accompagnate da una descrizione dettagliata del grado di continuità dei campioni estratti, della lunghezza di ciascun pezzo di carota, del numero dei giunti e della eventuale presenza di lenti di terreno non consolidato. Saranno inoltre eseguite prove di laboratorio su campioni indisturbati per accertare rigidità, resistenza e, ove richiesto, permeabilità del materiale consolidato. La resistenza a compressione monoassiale verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

Qualora la serie delle colonne di prova non fornisca soddisfacenti garanzie in ordine alla regolarità ed alla buona conformazione delle colonne stesse o i risultati dei carotaggi e delle prove in sito ed il laboratorio fossero giudicati inaccettabili, si renderà necessaria la realizzazione di nuove serie di colonne di prova fino ad ottenere risultati soddisfacenti.

Nel caso in cui ciò non risultasse possibile per la natura dei terreni, il trattamento colonnare dovrà essere considerato irrealizzabile.

Controlli e documentazione

In fase di realizzazione dell'opera, l'esecuzione di ogni trattamento colonnare, sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale dovranno essere registrati i seguenti dati:

- identificazione della colonna;
- data di inizio della perforazione e termine di iniezione;
- profondità e modalità di perforazione con inizio e fine tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;



- eventuale armatura, sua lunghezza e caratteristiche.

I materiali costituenti la singola armatura dovranno essere certificati dal produttore. Nel caso in cui non siano dotati delle suddette certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

I controlli in fase esecutiva, sui trattamenti colonnari, da eseguire a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con quelli definiti nella fase sperimentale e nel rispettare le tolleranze richieste.

Il diametro delle colonne e la resistenza a compressione monoassiale dovranno essere accertati mediante carotaggio a rotazione con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6S con corone diamantate di diametro nominale, ≥ 100 mm, con la frequenza di almeno 3 carotaggi ogni 50 colonne eseguite.

I carotaggi dovranno essere eseguiti dopo l'applicazione del rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, posizionandoli nei punti scelti dalla Direzione Lavori, con andamento radiale rispetto all'asse della galleria ed ortogonale rispetto all'asse della colonna e dovranno essere spinti per l'intero spessore delle colonne stesse fino a penetrare nel terreno naturale. Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici. In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza > 100 mm:

$$\text{R.D.Q.} = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni} \geq 100}{\text{lunghezza perforata}} \times 100$$

Da ogni carota verranno selezionati alcuni spezzoni da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in Laboratorio per le prove di resistenza a compressione, con rilievo della curva sforzi deformazioni, da eseguire per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo del lavoro, la resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

Il corretto posizionamento delle colonne, la lunghezza e le eventuali deviazioni dell'asse saranno verificati mano a mano che procedono gli scavi in sotterraneo.

La Direzione Lavori potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura dell'Impresa.

Art. 16. Micropali

Specifiche materiali



E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione. L'appaltatore dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

Soggezioni geotecniche ed ambientali

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura dei terreno attraversato. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Di norma le perforazioni saranno quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno consistere in:

- acqua
- fanghi bentonitici
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavori.

Previa comunicazione alla Direzione Lavori potrà essere adottato la perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi bentonitici.

Tolleranze

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo: ± 2 cm
- scostamento dell'inclinazione dall'asse teorico: ± 2 %
- lunghezza: ± 15 cm
- diametro finito: ± 5 %
- quota testa micropalo: ± 5 cm.

Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.



Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min. e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata > 10 m³ /min
- pressione 8 bar.

Allestimento del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione. Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

Cementazione

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno > 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso fosse previsto il riempimento a bassa pressione, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5 - 0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.



In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:
 - utensile
 - fluido
 - rivestimenti
- caratteristiche dell'armatura
- volume dell'iniezione di guaina
- caratteristiche della miscela utilizzata:
 - composizione
 - peso specifico
 - viscosità Marsh
 - rendimento volumetrico o decantazione
- dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

Art. 17. Barre autop perforanti

Specifiche materiali

Trattasi di tirante passivo iniettato secondo UNI EN 14199 realizzato con elemento portante in acciaio rispondente a tutte le prescrizioni della presente voce di capitolato.

L'elemento portante è costituito da una barra cava in acciaio da costruzione a grano fine ad elevata resilienza S 460 NH secondo la norma europea EN 10210 e il D.M.14.01.2008 avente le caratteristiche di resistenza minime indicate negli elaborati di progetto. La tensione caratteristica di snervamento f_{yk} è $400 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yk} \leq 600 \text{ N/mm}^2$.

La barra cava è provvista lungo tutta la lunghezza di una filettatura continua da calcestruzzo armato secondo le prescrizioni della relativa normativa e di geometria tale da garantire la limitazione dell'ampiezza delle fessurazioni nel corpo d'iniezione in cemento a valori inferiori a 0,1 mm.



È richiesta specifica omologazione tecnica per impiego permanente con definizione dei campi d'impiego possibili tra i quali devono essere compresi i carichi di compressione e di trazione ed i carichi alterni. L'omologazione tecnica precisa inoltre le fasi di installazione dei tiranti.

Posa in opera

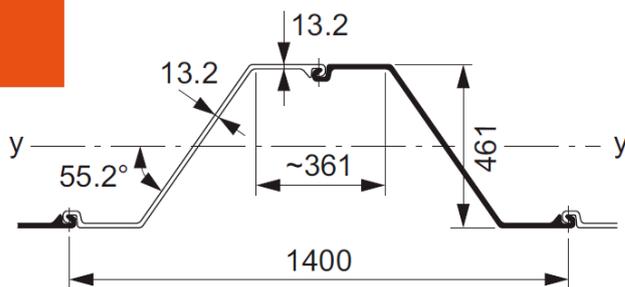
La perforazione attraverso il terreno avviene a rotopercolazione senza camicia, con martello esterno e punta di perforazione scelta in funzione del tipo di terreno con iniezione di sospensione acqua/cemento inserendo almeno ogni 3 metri un distanziatore in acciaio di diametro 88 mm secondo il procedimento ed i parametri di posa previsti dall'omologazione. Il rapporto acqua/cemento a/c della sospensione d'iniezione finale deve essere pari a $0,4 \div 0,5$.

Art. 18. Palancolati

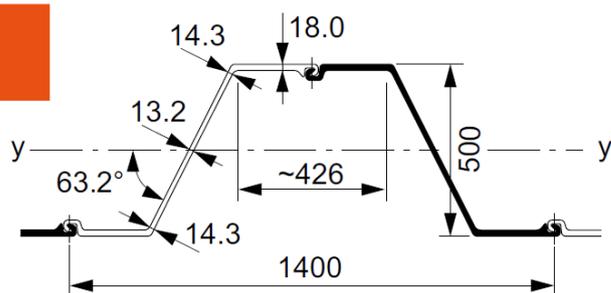
Specifiche materiali

Trattasi di palancole tipo LARSEN di qualità come da norma EN 10248, qualità di base S 270 GP e S355 GP, profili normali della lunghezza di: da 6,00 a 13,00 m di tipologia AZ28 lato innesto manufatto a spinta e di tipologia AZ39 nel tratto prima vasca di sedimentazione.

AZ 28-700



AZ 39-700



Condizioni del suolo e attività Preliminari

Prima dell'infissione dei palancolati, l'impresa esecutrice dichiarerà di aver preso visione del Progetto Esecutivo con particolare attenzione ai documenti che descrivono la stratigrafia e i parametri geotecnici del sito. L'Appaltatore potrà, a sua cura e spesa, realizzare ulteriori indagini geognostiche e prove d'infissione aggiuntive che per essere ritenute valide dovranno essere realizzate in contraddittorio con la Direzione Lavori.



Prima dell'infissione dei palancoati, l'Appaltatore dovrà verificare, secondo le modalità ritenute più opportune, la presenza di trovanti lungo la verticale degli allineamenti d'infissione che potrebbero ostacolare la penetrazione dei singoli elementi nel terreno o deviarli rispetto alla loro verticale.

Approvazione della Direzione Lavori

Prima dell'inizio delle rispettive attività, l'Appaltatore dovrà redigere una procedura che descriva le modalità operative, le fasi di cantiere ed il programma.

Per quanto riguarda l'attività d'estrazione e d'infissione dovranno essere aggiunti i dettagli della procedura che si intende seguire. Questa svilupperà almeno i seguenti aspetti:

- le modalità di movimentazione degli elementi di palancoato ed i percorsi che si intende seguire;
- lo schema d'infissione degli elementi e la fasizzazione temporale;
- le modalità di sollevamento, di posizionamento e d'infissione;
- l'individuazione dei mezzi operative e delle macchine.

Negli elaborati dovrà essere data evidenza del rispetto delle specifiche di progetto.

Tutta la documentazione sopra descritta assieme a quella inerente alle modalità di fornitura, ai piani operativi e alle altre opere provvisorie, dovrà essere consegnata con congruo anticipo rispetto alla data prevista di inizio delle lavorazioni in modo da permettere l'Approvazione della Direzione Lavori e non causare ritardi alle attività.

Stoccaggio e Movimentazione delle Palancole in Cantiere

La movimentazione e lo stoccaggio delle palancole in cantiere dovrà essere eseguita in modo tale da evitare danni gravi alla rettilineità delle palancole, ai gargami e alla verniciatura. Utili indicazioni sono riportate nell'Appendice A della norma UNI EN 12063 "Esecuzione di Lavori Geotecnici Speciali – Palancoate". Dovranno in particolare poi essere seguite le direttive specifiche impartite dai produttori e dai fornitori degli elementi strutturali.

Gli elementi dovranno essere stoccati in modo tale da essere sollevati con facilità nella sequenza d'uso. I diversi tipi di palancole dovranno essere contrassegnati in modo appropriato e stoccati separatamente. Per evitare il rischio d'incurvamenti, le pile dovranno essere opportunamente sostenute da appoggi in legno o dispositivi simili come indicato con riferimento ai profili a Z accoppiati, nella figura A6 della normativa precedentemente richiamata. Per evitare il danneggiamento degli elementi preverniciati dovranno essere inseriti distanziatori tra le singole palancole della pila. Il numero ed il passo dei distanziatori per evitare l'incurvamento degli elementi sarà definito anche in accordo con le specifiche del produttore.

Prima dell'infissione tutti gli elementi dovranno essere riparati dalle intemperie e mantenuti in un luogo asciutto. Questa prescrizione è particolarmente importante per garantire che le guarnizioni impermeabilizzanti, installate nei gargami, si mantengano perfettamente integre e funzionanti.



Si dovranno utilizzare dispositivi speciali per il sollevamento che non danneggino gli elementi strutturali, la verniciatura e i gargami. In particolare durante la movimentazione con catene o cavi d'acciaio dovranno essere usate protezioni onde evitare il danneggiamento di quest'ultimi. Nel caso degli elementi di palancolato di lunghezza pari a 25 m si consiglia l'utilizzo della procedura di sollevamento descritta nella figura A4 della normativa precedentemente richiamata. Le pinze con presa ad attrito potrebbero sganciarsi in modo inaspettato, per questo motivo non dovranno essere utilizzate per la movimentazione delle palancole a meno che non vengano adottate misure di sicurezza supplementari. Per il sollevamento è opportuno valutare l'utilizzo di accoppiatori di pannelli da utilizzare per infilare più velocemente il gargame della palancola in attesa di essere infissa in quello dell'elemento già posto in opera.

Specifiche materiali

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

Prescrizioni generali

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'appaltatore allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

Attrezzatura d'infissione ed estrazione

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti. L'allineamento e la posizione delle palancole potranno essere facilitate dall'impiego di un telaio guida metallico. Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale. La massa battente del battipalo agirà su una cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo



- principio di funzionamento:
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta
- peso del battipalo

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Preparazione delle aree

I piani di lavoro dovranno essere adeguati alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare; la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

Si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica dell'asse mediano palancolato:	± 3 cm
- verticalità:	$\pm 2\%$
- quota testa:	± 5 cm
- profondità:	± 25 cm

Infissione

In generale, durante l'infissione dei palancolati, la forza centrifuga esercitata dal vibroinfissore o quella d'impatto del battipalo deve essere applicata in posizione baricentrica rispetto alla sezione dell'elemento da infiggere. Nel caso specifico dei palancolati semplici la posizione baricentrica teorica dovrà essere aggiustata per prendere in considerazione l'effetto dovuto all'attrito tra i gargami che agisce su un solo lato.

Durante l'infissione gli elementi di palancolato dovranno sempre essere guidati, anche in dipendenza della loro maggiore o minore rigidità e delle forze d'infissione realmente sviluppate in questa fase. Per garantire che al termine dell'infissione la posizione reale coincida con quella di progetto, il sistema delle guide dovrà essere sufficientemente stabile, rigido e resistente. Le palancole dovranno essere guidate in due o più punti (a seconda della rigidità degli elementi da infiggere e dalla stratigrafia del terreno) che dovranno essere fra di loro più distanti possibile.

Nella guida inferiore saranno posizionati opportuni blocchi spaziatori.

I primi elementi dei palancolati semplici dovranno essere posizionati con cura straordinaria: La perfetta verticalità di questi elementi assicurerà un miglior aggancio delle palancole successive ed il mantenimento dell'errore accumulato progressivamente nei limiti di tolleranza ammissibili.



La sommità degli elementi da infiggere dovrà risultare piana ed ortogonale al loro asse. La testa sarà conformata in modo tale che la forza centrifuga o di impatto sia introdotta e trasmessa all'intera sezione trasversale. Nel caso dell'utilizzo di un battipalo sarà predisposta un'apposita cuffia, mentre se sarà utilizzato un vibroinfissore, le ganasce dovranno essere opportunamente conformate.

L'infissione dovrà avvenire in modo tale che le palancole siano inserite diritte, verticali, parallele l'una all'altra e alla spaziatura prevista e in modo tale da non arrecare danno alle strutture vicine.

Prerequisiti affinché ciò possa avvenire sono una buona guida delle palancole durante il loro posizionamento iniziale ed il mantenimento di una corretta sequenza di infissione; inoltre è necessaria un'adeguata attrezzatura di infissione, sufficientemente pesante, rigida e diritta.

La sequenza di infissione dovrà essere indicata dall'Impresa ed approvata dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché, durante l'infissione, i gargami liberi non si deformino e rimangano puliti così da garantire una guida funzionale alla palancola successiva. Per ridurre l'attrito tra i gargami, gli stessi potranno essere raffreddati mantenendoli bagnati oppure provvedendo a lubrificarli con prodotti specifici. Su questo e gli altri aspetti operativi potrà essere consultata la casa produttrice dei palancolati.

Localmente, laddove il terreno si presentasse particolarmente addensato o consistente oppure dove fossero rinvenuti trovanti di calcestruzzo, per facilitare l'infissione, potranno essere effettuati degli alleggerimenti preventivi del terreno mediante trivellazioni effettuate con l'opportuna attrezzatura.

Se ritenuto utile, previa approvazione della Direzione Lavori, il fondo delle palancole da infiggere potrà anche essere equipaggiato con ugelli per l'erogazione di acqua ad alta pressione per ridurre la resistenza opposta dal terreno all'infissione della palancola. L'allestimento di questo dispositivo non potrà essere riconosciuto come un onere aggiuntivo rispetto agli importi previsti nel contratto.

In merito alle tolleranze d'infissione, dovranno essere rispettati i seguenti valori:

- Tolleranza di verticalità: il disassamento angolare massimo rispetto alla verticale è del quattro per mille nelle direzioni perpendicolare e parallela al piano di giacitura del palancolato;
- Tolleranza planimetrica: lo scostamento massimo dell'asse dei palancolati rispetto agli assi di tracciamento è di ± 30 mm. Il rispetto di tale limite non solleva l'Appaltatore dal garantire la perfetta chiusura reciproca tra i lati continui di palancolato;
- Quota di estradosso del palancolato: lo scostamento massimo rispetto alle quote di progetto è pari a ± 20 mm.

Dovrà essere inoltre sempre garantita l'integrità dei gargami e il perfetto accoppiamento tra palancole adiacenti.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.



In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'appaltatore dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Osservazioni durante l'infissione

Tutta l'attività d'infissione dovrà sempre essere seguita scrupolosamente per verificare costantemente il raggiungimento dei requisiti progettuali e della configurazione finale prevista. Sarà quindi cura particolare dell'Appaltatore procedere alle verifiche sia della posizione iniziale che delle fasi intermedie soprattutto durante i primi metri di infissione. In questa fase infatti anche le più piccole deviazioni dalla posizione prevista (inclinazione, fuori piombo, disallineamento, ecc.) producono importanti disallineamenti al piede delle palancole e dovranno essere quindi immediatamente corretti. In questi casi è opportuno sfilare l'elemento e procedere ad una nuova infissione.

L'osservazione dovrà essere ancora più attenta e scrupolosa laddove ci sia maggior possibilità di incontrare trovanti e discontinuità stratigrafiche.

Se l'infissione di un elemento dovesse rallentare sensibilmente converrà arrestarla completamente. Nel caso in cui si opti per la vibroinfissione, si ricorda la necessità di seguire le raccomandazioni di infissione fornite dal produttore delle guarnizioni poste tra i gargami delle palancole. Se non si riesce a completare l'infissione di una palanca, potrà essere inserita la palanca seguente, rimandando ad un successivo tentativo l'infissione della precedente. In questi casi è solitamente opportuno sfilare la palanca e reinfiggerla.

Nel caso in cui si verificasse che un elemento è danneggiato, anche una volta che la sua infissione è già cominciata, quest'ultimo dovrà essere estratto e sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

Guarnizioni dei Gargami

Per definire le modalità d'infissione dovranno essere considerate le raccomandazioni espresse dai produttori delle guarnizioni. Come indicato nelle tavole di progetto, laddove durante le successive attività di scavo fossero rilevate significative venute d'acqua, si dovrà prevedere di sigillare i gargami con opportuni cordoni di saldatura.

Controlli e documentazione

Nel corso dell'infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'appaltatore dovrà controllare la posizione planoaltimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palanca



- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

e tutte le osservazioni ritenute significative quali le durate di possibili fermi macchina, gli eventuali trattamenti preventivi del terreno, le variazioni nelle modalità di infissione/estrazione, tutti gli eventi imprevisi avvenuti.

La scheda così compilata sarà conservata a cura appaltatore a disposizione della Direzione Lavori; copia della scheda va consegnata al Responsabile del CQ dell'appaltatore come documentazione di certificazione della qualità. In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, l'appaltatore procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti, concordandoli con la Direzione Lavori.

Estrazione

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie, ove previsto, saranno estratte associando tiro e vibrazione, monitorando le vibrazione in modo da porre attenzione a non danneggiare strutture vicine.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione. A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata e il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

Nel cantiere dovrà essere realizzata un'area tecnica in cui i palancolati estratti potranno essere lavati prima che vengano allontanati dal cantiere stesso. Durante l'attività di vibro-estrazione sarà opportuno predisporre degli elementi sagomati che raschino grossolanamente la superficie delle palancole durante la loro estrazione. A seguito dell'estrazione le palancole saranno caricate su carrelli e rimorchiati nell'area tecnica predisposta in cantiere per il loro lavaggio. Si avrà cura di verificare che i carrelli siano dotati di sponde destinate a contenere in maniera efficace il materiale che si potrebbe staccare dalla superficie delle palancole durante il tragitto fino all'area attrezzata al lavaggio.

Art. 19. Grigliati e lamiera

Fornitura e posa in opera di grigliato di acciaio zincato di qualità come da progetto (S355JR), realizzato con profilati pressati ed elettroforgiati o saldati collegati con piatti o quadri ritorti o tondi con maglia da: 25 x 76 mm o similare realizzata con profilati della sezione di: 70 x 4 mm

Fornitura e posa in opera di lamiera per la tamponatura temporanea del lato nord di Fincantieri. La lamiera sarà nei colori e nell'aspetto indicata dalla D.L., costituito da lastre unite per sovrapposizione laterale in corrispondenza della opportunamente ancorate alla sottostante struttura mediante ganci, viti autofilettanti, automaschianti o con altri sistemi appropriati.



Art. 20. Opere in acciaio da carpenteria

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I lavori, descritti nelle specifiche, dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi e normative vigenti in materia, e loro successivi eventuali aggiornamenti, con particolare riguardo a:

- Normativa per costruzioni in acciaio

<i>C.M. 14 settembre 1961, n. 91</i>	Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile
<i>Legge 5 novembre 1971, n. 1086</i>	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
<i>Legge 2 febbraio 1974, n. 64</i>	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
<i>UNI EN 10204:2005</i>	Prodotti metallici - Tipi di documento di controllo
<i>D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008</i>	Norme tecniche per le costruzioni
<i>C.M. Infrastrutture e Trasporti 02 febbraio 2009, n. 617 CS.LL.PP.</i>	Nuova circolare delle Norme Tecniche per le Costruzioni
<i>UNI EN 1993-1-1:2005</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
<i>UNI EN 1993-1-2:2005</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
<i>UNI EN 1993-1-3:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
<i>UNI EN 1993-1-4:2007</i>	Eurocodice 3 Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-4- - Regole generali Regole supplementari per acciai inossidabili:
<i>UNI EN 1993-1-5:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
<i>UNI EN 1993-1-6:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-6: Resistenza e stabilità delle strutture a guscio
<i>UNI EN 1993-1-7:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-7: Strutture a lastra ortotropa caricate al di fuori del piano
<i>UNI EN 1993-1-8:2005</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
<i>UNI EN 1993-1-9:2005</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-9: Fatica
<i>UNI EN 1993-1-10:2005</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
<i>UNI EN 1993-1-11:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-11: Progettazione di strutture con elementi tesi
<i>UNI EN 1993-1-12:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-12: Regole aggiuntive per l'estensione della EN 1993 fino agli acciai di grado S 700
<i>UNI EN 1993-2:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 2: Ponti di acciaio
<i>UNI EN 1993-3-1:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere - Torri e pali
<i>UNI EN 1993-3-2:2007</i>	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 3-2: Torri, pali e ciminiere - Ciminiere



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

UNI EN 1993-4-1:2007	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-1: Silos
UNI EN 1993-4-2:2007	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-2: Serbatoi
UNI EN 1993-4-3:2007	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-3: Condotte
UNI EN 1993-5:2007	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali e palancole
UNI EN 1993-6:2007	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 6: Strutture per apparecchi di sollevamento

- Prescrizioni specifiche per strutture in acciaio

UNI 552:1986	Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni
UNI EN 10149:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo.
UNI EN 10002-1:2004	Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)
UNI EN 10045-1:1992	Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova
UNI EN ISO 377:1999	Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
UNI EN 10326:2004	Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10293:2006	Getti di acciaio per impieghi tecnici generali
UNI EN ISO 1460:1997	Rivestimenti metallici. Rivestimenti su materiali ferrosi per immersione a caldo. Determinazione gravimetrica della massa per unità di area
UNI EN 1090-1:2009	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio. Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti
UNI EN 1090-2:2009	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio. Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio
UNI EN 1090-3:2009	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio. Parte 3: Requisiti tecnici per le strutture di alluminio

- Elementi di collegamenti

UNI 5592:1968	Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C
UNI 7356:1974	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Vergella e tondi di bulloneria e chiodi da ribadire, stampati a freddo o a caldo.
UNI EN 20898-2:1994	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso
UNI EN 20898-7:1996	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm
UNI EN ISO 898-1:2001	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere
UNI EN ISO 4016:2002	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C
UNI EN 14399-1:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 1: Requisiti generali



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

UNI EN 14399-3:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali
UNI EN 14399-4:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali
UNI EN 14399-5:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane
UNI EN 14399-6:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate
UNI EN 10083-2:2006	Acciai da bonifica - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura per acciai non legati

- Profilati cavi

UNI EN 10210-1:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10210-2:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
UNI EN 10219-1:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10219-2:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

- Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
UNI EN 10025-2:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
UNI EN 10025-3:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
UNI EN 10025-4:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali -Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica
UNI EN 10025-5:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
UNI EN 10025-6:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

- Saldature
 - Raccomandazioni e procedure

UNI 5132:1974	Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova
UNI EN 1011-1:2005	Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

	metallici. Guida generale per la saldatura ad arco per acciai ferritici
UNI EN 1011-2:2005	Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici
UNI EN 1011-3:2005	Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili
UNI EN 1011-4:2005	Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio
UNI EN 1011-5:2004	Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati
UNI EN 12062:2004	Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici
UNI EN ISO 3834:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici.
UNI EN ISO 4063:2001	Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldabrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni
UNI EN ISO 5817:2004	Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe(esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni
UNI EN ISO 9692-1:2005	Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai
UNI EN ISO 9692-2:2001	Saldatura e procedimenti connessi - Preparazione dei giunti - Saldatura ad arco sommerso degli acciai
UNI EN ISO 9692-3:2005	Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 3: Saldatura MIG e TIG dell'alluminio e delle sue leghe
UNI EN ISO 9692-4:2005	Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 4: Acciai placcati
UNI EN ISO 14555:2001	Saldatura - Saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici
UNI EN ISO 15607:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Regole generali
UNI EN ISO 15609-1:2006	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco
UNI EN ISO 15610:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base di materiali d'apporto sottoposti a prove
UNI EN ISO 15611:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base dell'esperienza di saldatura acquisita
UNI EN ISO 15612:2006	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione mediante adozione di procedure di saldatura unificate
UNI EN ISO 15613:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base di prove di saldatura di pre-produzione
UNI EN ISO 15614-1:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della



	procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel
UNI EN ISO 15614-2:2006	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 2: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle sue leghe
UNI EN ISO 15614-1:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel

- Qualificazione dei saldatori

UNI EN 1418:1999	Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici
UNI EN 287-1:2004	Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai
UNI EN ISO 14731:2007	Coordinamento delle attività di saldatura - Compiti e responsabilità

- Controlli non distruttivi

ASNT TC-1A:2001	Recommended Practice, Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing
UNI 5132:1974	Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova
UNI 552:1986	Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni.
UNI EN 473:2001	Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali
UNI EN 1435:2004	Controllo non distruttivo delle saldature Controllo radiografico dei giunti saldati
UNI EN 1289:2006	Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti Livelli di accettabilità
UNI EN 1290:2006	Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature
UNI EN 1713:2005	Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature
UNI EN 1714:2005	Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati
UNI EN 12062:2004	Controllo non distruttivo delle saldature. \Regole generali per i materiali metallici



STRUTTURE IN ACCIAIO

Scopo della presente specifica

Lo scopo della presente specifica è quello di fissare i requisiti tecnici generali per l'acquisizione dei materiali, per la realizzazione, il controllo e la fornitura delle strutture in acciaio.

Generalità e qualità dei materiali

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 delle NTC

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_eH$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del citato §11.1 delle NTC e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.



Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]			
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]			
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	--	--
S 275 H	275	430	--	--
S 355 H	355	510	--	--
S 275 NH/NLH	275	370	--	--
S 355 NH/NLH	355	470	--	--
S 275 MH/MLH	275	360	--	--
S 355 MH/MLH	355	470	--	--
S 420 MH/MLH	420	500	--	--
S 460 MH/MLH	460	530	--	--

L'Appaltatore sarà tenuta all'osservanza delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. Infrastrutture 14/1/2008 (ed ai richiami in esso contenuti) e Circolare Esplicativa n° 617 del 02/02/2009.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI EN 10025:2005 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;



- UNI EN 10210:2006 relativa ai profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati a grano fine per impieghi strutturali;
- UNI EN 10219:2006 relativa ai profilati cavi formati a freddo di acciai non legati a grano fine per strutture saldate;

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14/1/2008 ed ai richiami in esso contenuti e successivi aggiornamenti, e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.



Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692- 1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adatterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

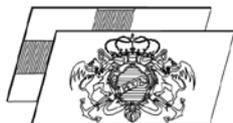


Tabella 11.3.XI

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	D
Riferimento				
Materiale base: Spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm	S235 - S275 - S355 - S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

I bulloni (conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968) devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Vite					
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente tabella 11.3.XII.a sono riportate nella seguente tabella 11.3.XII.b:

Tabella 11.3.XII.b

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tab. 11.3.XIII Viti e dadi, devono essere associati come indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XIII

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del § 11.1.

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356.



Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento % a rottura (valutato su base $L_0 = 5,65 A$, dove A_0 è l'area della sezione trasversale del saggio) ≥ 12 ;
- rapporto $f_t / f_y \geq 1,2$.

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

$C \leq 0,18\%$, $Mn \leq 0,9\%$, $S \leq 0,04\%$, $P \leq 0,05\%$.]

Controlli sulle carpenterie metalliche

Il D.M. Infrastrutture 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" prevede tre forme di controllo obbligatorie sugli acciai da costruzione:

- Controlli in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione

Tutti gli acciai da costruzione ad utilizzo diretto come le carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Pertanto tutti gli acciai per impiego strutturale devono essere qualificati.

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo (vedere § 11.3.4.10.1.2 delle NTC), i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica di cui al § 11.3.4.2 (NTC), sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1. Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento. Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

La valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata:

- mediante la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, quando sia applicabile;
- attraverso la qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, con la procedura indicata nelle NTC stesse.



Nel caso B, ultimata l'istruttoria e verificato il possesso dei requisiti richiesti (cap.11.3.1.2 delle NTC), il Servizio Tecnico Centrale rilascia all'acciaieria, per ciascuno stabilimento, un apposito Attestato di Qualificazione.

L'Attestato di qualificazione, di validità 5 anni, individuato da un numero progressivo, riporta il nome dell'azienda, lo stabilimento, i prodotti qualificati, il marchio.

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale un dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica, i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove, i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato e la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti precedenti.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

- Controlli nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5 delle NTC.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a. da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b. dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda,



all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo

Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme citate nel §11.3.4.1 delle NTC, anche alle norme UNI EN 10326:2004 e UNI EN 10149:1997 (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate, oggetto delle presenti norme, devono rispettare le seguenti prescrizioni.

Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto $t_u.R_d$ della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 alla norma UNI EN 1994-1-1:2005. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al Servizio Tecnico Centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nei casi di prodotti coperti da marcatura CE, il centro deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al § 11.3.1 delle NTC, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il Direttore dei Lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Centri di prelaborazione di componenti strutturali



Si definiscono centri di prelaborazione o di servizio quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione, devono rispettare le prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC.

Officine per la produzione di carpenterie metalliche

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina.

Con riferimento ai prodotti di cui al punto B del § 11.1 delle NTC, i controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025 ovvero delle tabelle di cui al § 11.3.4.1 delle NTC per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore Tecnico dell'officina che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio, si fa riferimento a quanto riportato al § 11.3.2.10.4 delle NTC, fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il Direttore Tecnico dell'officina curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla documentazione di cui al § 11.3.1.7 delle NTC.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8 delle NTC, ove applicabili.



Officine per la produzione di bulloni e chiodi

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione. Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

- Controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al § 11.3.3.5.3 delle NTC, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3.



Le prove, effettuate e certificate presso uno dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, devono fornire valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle tabelle delle NTC stesse.

Il campionamento viene generalmente effettuato su tre diversi diametri opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di 3 spezzoni, marchiati, per ciascuno dei diametri selezionati, 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 ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.



In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al
- numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Regole pratiche di progettazione

Si fa riferimento alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. Infrastrutture 14/1/2008 e alla Circolare Esplicativa n° 617 del 02/02/2009.

Gli apparecchi di appoggio strutturali devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 1337 e recare la marchiatura CE.

Tolleranze di lavorazione o di montaggio

Le opere murarie alle quali le carpenterie metalliche dovranno essere connesse potranno avere le seguenti tolleranze:

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;



- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/500 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Le carpenterie montate dovranno avere le seguenti tolleranze massime:

fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 1 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 4 mm;

lunghezze: 1/1000 della dimensione nominale con un max di 10 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max 10 mm;

il fuori piombo max delle colonne non dovrà superare l'1, 5/1000 dell'altezza della struttura, con un max di 5 mm.

Esecuzione delle opere

Prima di dare corso alla lavorazione degli elementi componenti la struttura, si dovranno sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni di officina ed i casellari suddivisi per tipo e qualità, redatti in conformità ai disegni di progetto ed alle misure rilevate in luogo.

Le opere dovranno essere attentamente coordinate anche in relazione a tutte le predisposizioni richieste in progetto (ad es.: cave, connessioni, ancoraggi, ecc.).

L'Appaltatore dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalle Direzione dei Lavori, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

Dovranno risultare lavorate diligentemente, con maestria, regolari di forme, precise nelle dimensioni e rispondenti agli elaborati tecnici di progetto ed ai disegni esecutivi di cantiere approvati preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

Le superficie di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

In ogni caso la planarità delle superfici delle flange deve essere garantita anche dopo la saldatura.

Le forature devono essere preferibilmente eseguite col trapano ed anche col punzone perché successivamente dosati. Per forature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 12 mm è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo purché venga opportunamente eseguita e controllata al fine di evitare la formazione di nicchie e bave.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione dei fori.

Non sono ammesse eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro - vite.

Per il serraggio dei bulloni dovranno essere usate chiavi dinamometriche a mano o pneumatiche con precisione non minore del 10%.



I bulloni verranno prima serrati al 60% della coppia prevista e quindi si procederà al serraggio completo.

Non potranno essere eseguite saldature in ambienti con temperatura inferiore a -5°C.

I tagli non dovranno presentare strappi, riprese o sbavature. Essi dovranno essere regolari, passati con la smerigliatrice.

Raddrizzamenti, spianamenti, ecc. dovranno essere effettuati con dispositivi agenti a pressione, senza riscaldamenti locali per non generare tensioni residue.

Posa in opera

Dovrà essere eseguita con la massima precisione, rispettando quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Tutti gli elementi dovranno essere solidamente e sicuramente fissati.

Il numero e le dimensioni degli ancoraggi e degli altri elementi di fissaggio dovranno essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti dalla struttura anche in fase di montaggio parziale.

I tagli, gli incassi nelle murature dovranno avere le minime dimensioni necessarie, per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza per questo compromettere l'integrità della struttura muraria. Essi dovranno essere accuratamente puliti e bagnati prima di essere sigillati.

La sigillatura dovrà essere eseguita con l'impiego di malta di cemento o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda della dimensione degli incassi. Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso o cemento a presa rapida; è consigliato l'uso di malte o betoncini a ritiro controllato.

Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisori, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

Movimentazione e trasporto dei manufatti

Tutti i materiali dovranno essere debitamente protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell'ambito dello stesso e la messa in opera.

Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni sarà di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

Collaudo

Il Direttore dei Lavori avrà la facoltà di accedere alle officine di lavorazione allo scopo di ispezionare il materiale, seguire le lavorazioni e presiedere alle varie prove.



Potrà anche prelevare a suo giudizio campioni di materiale per sottoporli a prove presso Laboratori ufficiali: l'onere economico di tali prove sarà a carico dell'Appaltatore.

Tali prove potranno consistere in: verifiche dimensionali, prove di trazione, prove di piegamento, prove di resilienza, controlli radiografici sui giunti saldati, controlli sull'aspetto esterno della saldatura e del grado di raccordo con il materiale base.

Il Direttore dei Lavori avrà pure il diritto di rifiutare e chiedere la sostituzione di qualsiasi parte della fornitura, anche se già messa in opera, che presentasse difetti per cattiva qualità dei materiali e/o per cattiva lavorazione.

Il mancato uso di tale diritto non esimerà l'Appaltatore dalle sue responsabilità.

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le prove di resistenza dei materiali secondo le modalità delle leggi vigenti e fornire i relativi certificati alla Direzione dei Lavori.

Tale operazione di controllo in officina, se non richiesta espressamente dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere condotta dal tecnico responsabile della fabbricazione, che assumerà a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei Lavori.

Le richieste delle prove da effettuare presso un Laboratorio Ufficiale dovranno essere sottoscritte dalla Direzione dei Lavori e dovranno portare indicazioni precise circa i profili da cui saranno stati prelevati i provini in relazione agli elementi strutturali da realizzare con i profili stessi.

A montaggio ultimato sarà fatto il collaudo statico dell'opera mediante prove di carico in conformità alla normativa vigente ed eventuali controlli sull'idoneità delle saldature.

Tutti gli oneri delle prove di collaudo saranno a carico dell'Appaltatore.

PROTEZIONI SUPERFICIALI

Elementi zincati a caldo

I manufatti che dovranno ricevere il trattamento di zincatura a caldo dovranno subire un'accurata preparazione, pulizia e sgrassaggio delle superfici tale da eliminare nel modo più radicale ogni traccia di grasso ruggine, calamina, vernici, scorie o di qualunque altra impurità.

Il trattamento dovrà eseguirsi nel rispetto delle prescrizioni indicate dalla UNI 5744.

Con riferimento alla norma stessa la massa dello strato di zincatura per unità di superficie, misurata su 3 provette con le modalità prescritte nella norma UNI 5741, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma:

MASSA DELLO STRATO DI ZINCATURA PER UNITA' DI SUPERFICIE			
	CATEGORIA	Risultato medio di un gruppo di provette min. g/m ²	Risultato per ciascuna provetta singola min. g/m ²
A	Strutture di acciaio profilato e strutture composte con parti di acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm	500	450
B	Oggetti fabbricati in lamiera di acciaio avente spessore minore di 1 mm	350	300
C	Perni, viti, bulloni e dadi con diametro maggiore di 9 mm	375	300
D	Oggetti di ghisa, di ghisa malleabile e di acciaio fuso	500	450



Gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature, od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, dovranno essere accuratamente sgrassati, lavati e ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti epossidici.

Verniciature

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo, a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno assettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 ore dall'applicazione. Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori.

a - in officina, a lavorazione ultimata:

- sabbiatura di tutte le superfici
- applicazione dello strato di primer
- in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
- spazzolatura dei punti da ritoccare
- ritocchi sullo strato di primer
- applicazione dello strato intermedio
- applicazione dello strato di finitura.

Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie



I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E in facoltà della Direzione Lavori e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

La Direzione Lavori, a sua cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sotto posti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon appetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Preparazione delle superfici

- Sabbature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2 ½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra mm 0,025 e mm 0,050.



A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer, che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

- Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

- Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

- Ciclo per superfici in vista - Tabella 26 A -

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

- a) Sabbiatura di grado A Sa 2 ½;
- b) Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,07 aventi le seguenti caratteristiche:
 - contenuto solido > 76%
 - zinco metallico nel film secco > 86%
 - legante silicato di etile
 - peso specifico della miscela > g/l 2500
 - temperatura minima di applicazione 260 K
 - Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):



temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 giorni
277 K	48 ore
289 K	24 ore

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

- c) spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;
- d) applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,060 avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 80%
 - zinco metallico nel film secco > 80%
 - legante epossipoliammidico
 - peso specifico della miscela > g/l 2500
 - temperatura minima di applicazione 283 K
 - sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85~)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	8 ore
289 K	6 ore

- e) applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,080, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 59%
 - legante epossipoliamminico modificato
 - peso specifico della miscela > g/l 1250
 - temperatura minima di applicazione 283 K
 - sovraverniciatura (con umidità relativa 30 - 70%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

- f) applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretano isocianico alifatico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,050, avente le seguenti caratteristiche:



- contenuto solido > 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico
- aspetto lucido
- peso specifico della miscela > g/l 1200
- temperatura minima di applicazione 277 K

- Ciclo per superfici interne - Tabella 26B -

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme di cui al precedente punto

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d - si richiamano integralmente le norme di cui ai corrispondenti punti precedenti

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliamidica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,075, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 50~
- legante epossipoliamidico
- peso specifico della miscela > g/l 1.350
- temperatura minima di applicazione 283 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 90%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

g) applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,150, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 7~
- legante epossidico
- aspetto lucido
- peso specifico della miscela > g/l 1500
- temperatura minima di applicazione 283 K



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista

Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26. 4. 1. 1/a	Primer zincante inorganico	26. 4. 1. 2/c	Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/b	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f
applicazione	S	airless	S	pennello	airless	airless
spessore del film secco	a	0,075	p	0,060	0,080	0,050
componenti n°	b	2	a	2	2	2
peso specifico miscela g/l	i	≥ 2500	z	≥ 2500	≥ 1250	≥ 1200
contenuto solido zinco metallico nel film secco	u	≥ 76%	o	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
legante	r	silicato di etile	a	epossipoliammidico	epossipoliammidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione	A	260 K	a	283 K	283 K	277 K
sopravverniciature alle diverse temperature	S a 2 ¼	a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	S t 3	a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	

TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne

Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26. 4. 2. 1/a	Primer zincante inorganico	26. 4. 2. 2/c	Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/b	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione	S	airless	S	pennello	airless	airless
spessore del film secco	a	0,075	p	0,060	0,080	0,050
componenti n°	b	2	a	2	2	2
peso specifico miscela g/l	i	≥ 2500	z	≥ 2500	≥ 1250	≥ 1200
contenuto solido zinco metallico nel film secco	u	≥ 76%	o	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
legante	r	silicato di etile	a	epossipoliammidico	epossipoliammidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicaz.	A	260 K	a	283 K	283 K	287 K
sopravverniciature alle diverse temperature	S a 2 ¼	a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	S t 3	a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	



Pittura intumescente monocomponente

- Campi di applicazione

Pittura intumescente monocomponente all'acqua, ad elevato potere coibente, indicata per il trattamento intumescente di travature e in generale di tutte quelle strutture di acciaio, già esistenti, o in fase di progettazione, la cui resistenza al fuoco deve essere aumentata. L'utilizzo di questo prodotto è soggetto ad una preventiva valutazione analitica da parte del tecnico responsabile, come previsto dal D.M. del 04/05/98. A temperature di oltre 200°/250°C, la pittura deve formare sulla superficie trattata, uno strato di schiuma compatta di natura carboniosa, di volume molto maggiore dello spessore originale di pittura, che riduce il passaggio del calore. Si evita, in questo modo, che l'aumento di temperatura provocato dall'incendio raggiunga il cuore del manufatto e provochi la deformazione ed il conseguente crollo della struttura.

Dati tecnici

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO	
Colore	A discrezione della D.L.
Viscosità al collaudo	30000 +/- 3000 mPa s
Residuo secco	69 +/- 1%
Peso specifico	1,25 +/- 0,05 gr/cm ³
Conservazione	In confezioni originali e ben chiuse evitando le basse temperature; consumare preferibilmente entro 12 mesi. TEME IL GELO.
DATI APPLICATIVI	
Diluizione	In caso di necessità, al max 5% con acqua di rete.
Tempo di essiccazione	24 ore
Modalità di applicazione	Pennello Rullo Spruzzo (Airless)

- Modalità di applicazione

Preparazione dei supporti :nella verniciatura di travature di ferro o acciaio è necessario procedere con sgrassaggio e preferibilmente sabbiatura con grado SA2 ½ . Successivamente è necessaria l'applicazione di un primer l'antiruggine sintetico o epossidico, formulati appositamente per questo ciclo (spessore secco di 50 – 70 micron). Nel caso di travature zincate, procedere con l'applicazione del Wash Primer o del primer epossidico, che garantiscono un supporto ideale per le successive mani di pittura intumescente (consultare le schede tecniche dei prodotti citati). Nel caso di travi già verniciate, verificare la compatibilità del prodotto esistente con la pittura intumescente, per evitare eventuali distacchi di prodotto. Nel caso di strutture già precedentemente verniciate con prodotti epossidici, è necessario carteggiare con carta abrasiva grana 120/180 prima dell'applicazione della pittura. I prodotti che per la loro specifica termoplasticità, quali adesempio fondi alla clorogomma, al bitume ecc. che darebbero problemi di rammollimento in caso di esposizione al calore, non risultano idonei ad essere ricoperti con la pittura intumescente.

Metodi di applicazione: può essere fatta a spruzzo, a pennello o a rullo anche se è da privilegiare l'applicazione a spruzzo airless con la quale si ottiene l'aspetto estetico migliore. Questo sistema permette inoltre di coprire grandi superfici in tempi ridotti. Le applicazioni a pennello o rullo sono preferibili dove non sono ammessi fumi di verniciatura. In questo caso le perdite si riducono al minimo. Il metodo di applicazione sarà scelto dalla D.L. caso per caso.



Airless: utilizzare una pompa senza filtri con ugelli da 30-31. Solo in caso di necessità diluire al massimo 5% acqua di rete. Mescolare il prodotto con un trapano. E' possibile ottenere grandi spessori con più passaggi, riprendendo le superfici già verniciate dopo alcuni minuti. Le mani successive vanno applicate solo dopo l'essiccazione.

Pennello o Rullo: Utilizzare un rullo a peli corti per ottenere una finitura ad effetto testurizzato. Pennellate corte evidenzieranno meno i segni del pennello. Nella seguente tabella sono riportati valori indicativi degli spessori massimi applicabili per mano, variabili in relazione alle condizioni ambientali ed alla forma dei profili da trattare.

Metodo	Spessore massimo umido per mano a 20 °C
Airless	800 – 1000 g/mq (ca. 600 – 800 micron umidi)
Pennello - rullo	400 – 500 g/mq (ca. 300 – 400 micron umidi)

Controllo spessori umidi: il controllo degli spessori umidi può essere eseguito appoggiando l'apposito "spessimetro a pettine" sulla superficie verniciata, rilevando l'ultimo dente sporco di pittura ed il successivo dente pulito. Lo spessore umido applicato si trova in questo intervallo.

essiccazione: è necessario utilizzare un prodotto che essicca in 24 ore a temperature comprese tra 18 - 25 °C, pertanto il tempo minimo di attesa tra l'applicazione di due mani successive è di 24 ore. Va tenuto conto che a maggiori spessori applicati corrispondono più lunghi tempi di essiccazione. Una buona circolazione dell'aria favorisce l'evaporazione dell'acqua e garantisce un'essiccazione omogenea. Contenitori stoccati a temperature troppo basse comportano un allungamento dei tempi di essiccazione. Non procedere all'applicazione con temperature inferiori a 10° C, umidità superiore a 80% e condizioni ambientali di nebbia o pioggia. E' necessario tenere conto della temperatura del supporto poiché, essendo in genere più freddo dell'ambiente in cui si trova, può presentare fenomeni di condensazione (punto di rugiada). In questo caso non procedere con la verniciatura senza prima aver riscaldato l'ambiente.

Controllo spessori secchi: il controllo finale dello spessore secco deve essere effettuato quando la pittura è completamente essiccata. Le misurazioni possono essere eseguite con spessimetro magnetico (ex. spessimetro a banana) oppure con spessimetro elettromagnetico, distribuendo sull'elemento trattato un numero significativo di rilevazioni. Non è consentito di procedere all'applicazione della finitura protettiva, fino a quando non sia stato raggiunto lo spessore secco di pittura previsto (ottenuto sottraendo dallo spessore secco di pittura lo spessore secco di primer).

Sovraverniciabilità: è necessario utilizzare un prodotto che può essere sovraverniciato per migliorare le sue caratteristiche di resistenza all'umidità e agli agenti atmosferici. Nel caso di strutture verniciate esposte alle intemperie la sovrapposizione di uno smalto protettivo diventa indispensabile perché i prodotti intumescenti ad acqua non hanno resistenza all'acqua. L'esposizione alla pioggia, ad esempio, porta al degrado della pellicola con sfaldamenti e distacchi, che richiedono la riapplicazione del ciclo. La protezione con lo smalto trattiene meno lo sporco e mantiene inalterate le proprietà intumescenti nel tempo.



Durata del trattamento: le pitture intumescenti devono essere applicate tenendo conto della buona preparazione del supporto (vedi preparazione del supporto), delle condizioni ambientali durante l'applicazione (vedi metodi di applicazione), dell'ambiente in cui verranno esposte (umidità relativa media, presenza di vapori acidi o alcalini, sbalzi termici, esposizione alla luce solare, ecc.) che sono fattori determinanti nella durata di qualsiasi ciclo verniciante.

- Certificazioni ed accettazione del prodotto

I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E in facoltà della Direzione Lavori e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione

Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto dotato di certificazione di prova rilasciata da laboratori di prova ufficiali e di tutta la documentazione richiesta dalla vigente normativa.

La Direzione Lavori, a sua cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sotto posti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di 20 anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguiti nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Art. 21. Opere in c.a.

Introduzione



L'Appaltatore, sulla scorta delle prescrizioni contenute nel progetto delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, secondo quanto previsto al D.M. Infrastrutture 14/01/2008, dovrà fare particolare riferimento a:

- classi di resistenza (Rck e fck)
- classe di consistenza;
- diametro massimo dell'aggregato;
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione;
- resistenza a trazione indiretta;
- modulo elastico secante a compressione;
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco;
- ritiro idraulico;
- resistenza ai cicli di gelo – disgelo;
- impermeabilità;

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a. i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b. la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c. il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d. la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e. i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f. lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g. i progetti delle opere provvisori (cantine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di



conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti richiesti.

Dette prove saranno eseguite sui campioni normalizzati ovvero su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

I laboratori (di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001), il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori e tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1:2001. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dalle NTC devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156.

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere



l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al § 11.2.5 delle NTC e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3. delle NTC.

Materiali

- Cemento

Si devono impiegare esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza e rapido indurimento.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001), le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento.

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori che potrà richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.



E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

E' ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

- **Aggregati**

Sono riconosciuti generalmente idonei gli aggregati normali e pesanti conformi alla EN 12620 e gli aggregati leggeri conformi alla EN 13055-1.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla norma UNI 8520:2005 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 5.1).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (8520:2005 parte 4) presso un laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

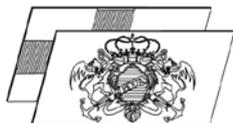
Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 5.1 e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma 8520:2005 parte 22, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA 5.1 - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa < 4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo cinque cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO ₃ ≤ 0,05%
Presenza di argille	Equivalentente in	UNI 8520 parte 15	ES ≥ 80



	sabbia		$VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattiva dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 punto 4 UNI 8520 parte 22 punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	$CL-\leq 0,05 \%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	$Cf \geq 0,15$ ($D_{max} = 32\text{mm}$) $Cf^s \geq 0,12$ ($D_{max} = 64\text{mm}$)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 m ³ di aggregati impiegati.		

Nella tabella 5.1 sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo 8520:2005 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m³ 5000 impiegati.

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

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m³ di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

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

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;



- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;
- minore dello spessore del copriferro.

- Acqua di impasto

Sono considerate idonee l'acqua d'impasto e l'acqua di riciclo della produzione di calcestruzzo, conformi alla EN 1008:2003. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,10 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma 8520:2005 parte 5).

I massimi rapporti acqua/cemento consentiti, riportati nella Tabella 5.4, potranno essere diminuiti a insindacabile giudizio della Direzione Lavori in relazione al tipo di manufatto, all'impermeabilità e durabilità richieste al manufatto stesso.

- Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2:2002 e UNI 10765:1999.

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

- Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. La classe di consistenza prevista è la S4 o la S5 secondo la classificazione proposta dalla Norma UNI EN206-1:2006 (vedi tab. 5.2) sulla base della misura dell'abbassamento del cono di Abrams (Slump) da eseguire con il metodo previsto da UNI EN12350-2:2009

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella



ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

TABELLA 5.2 – Classe di consistenza del calcestruzzo fresco secondo EN206-1:2006

Classe di consistenza	Slump (cm)	Denominazione corrente
S1	Da 1 a 4	Umida
S2	Da 5 a 9	Plastica
S3	Da 10 a 15	Semifluida
S4	Da 16 a 21	Fluida
S5	>22	Superfluida

- Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo - disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 5.3, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 12350-7:2009.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260:2006; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

TABELLA 5.3 - Dosaggio richiesto di aria inglobata (*)
Tolleranza \pm 1%

D max Aggregati (mm)	% aria occlusa*
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457:2006 o con procedimento similare.



In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferi di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo – disgelo secondo la Normativa UNI.

- Additivi ritardanti e acceleranti

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

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

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

- Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

- Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di Sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

- Disarmanti

I disarmanti ovvero gli oli o gli agenti applicati al manto della casseforma che agevolano il distacco fra la cassaforma e il calcestruzzo dopo l'indurimento, dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L. ed essere conformi alle norme UNI.

Controlli in corso d'opera



La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera (D.M. 14/01/2008) per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura.

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura, secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la norma UNI EN 12390-3:2009, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} , accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto. I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati, dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg di acciaio per m³), sarà sottoposto a prova presso Laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi, risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio



ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata, senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore di classe di resistenza inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

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

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

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

Durabilità dei conglomerati cementizi

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

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

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981:1999 e UNI EN 206-1:2001. La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/1999) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

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

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981:1999, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156:1997 e 9606:1997; inoltre, per i



conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 B.

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

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, UNI 7087:2002; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%
- coefficiente di permeabilità:
 - o prima dei cicli = 10 - 9 cm / s
 - o dopo i cicli = 10 - 8 cm/ s

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699:2005.

La prova di scagliatura e di permeabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI.

Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 nonché delle Leggi e Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206-1:2001.

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento. La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi



dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

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

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

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

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 del conglomerato cementizio medesimo.

Terminata la miscelazione e durante la movimentazione, si può osservare una graduale diminuzione, nel tempo, della lavorabilità provocata: dall'assorbimento dell'acqua d'impasto da parte degli aggregati, dall'inizio delle reazioni d'idratazione del cemento e dalla perdita d'acqua per evaporazione. L'entità della perdita di lavorabilità dipende dai costituenti il calcestruzzo (cemento, additivi, acqua, aggregati), dalla temperatura e dalla velocità di evaporazione dell'acqua di impasto.

In figura 5-1 è rappresentato per alcuni tipi di calcestruzzo la diminuzione della consistenza in funzione del tempo misurata in condizioni standard di laboratorio (20°C), a partire da una classe di consistenza S5.

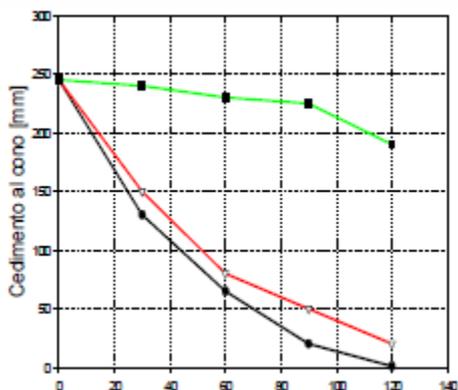


Figura 5-1 Andamento qualitativo della consistenza in funzione del tempo (a temperatura di 20°C) di calcestruzzi preparati con ricette differenti.

In figura 5-2 è illustrato, a titolo indicativo, l'effetto della temperatura sulla consistenza, a 60' dalla miscelazione, per un calcestruzzo avente inizialmente una classe di consistenza S5.

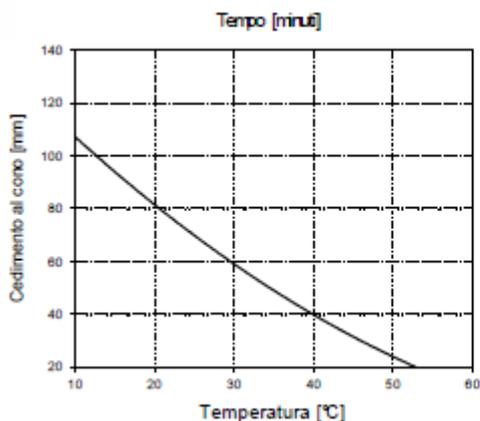


Figura 5-2 Andamento qualitativo del cedimento al cono a 60 minuti della miscela in funzione della temperatura di un calcestruzzo con consistenza iniziale S5.

I sistemi più utilizzati per il trasporto del calcestruzzo sono: l'autobetoniera, la benna, l'autocarro cassonato e il nastro trasportatore.

L'autobetoniera è idonea a trasportare quasi tutti i tipi di calcestruzzo e permette di mantenere per un periodo abbastanza lungo (2-3 ore) il calcestruzzo miscelato e non segregato, a condizione che l'impasto sia mantenuto in continua agitazione.

L'autocarro cassonato e il nastro trasportatore possono trasportare calcestruzzi a bassa consistenza, con cedimento al cono < 30 mm, quali, ad esempio, quelli destinati alle casseforme scorrevoli e quelli destinati a getti massivi.

Il cassone e il nastro trasportatore devono essere protetti per evitare l'evaporazione dell'acqua o il dilavamento in caso di pioggia.

Per ogni carico di calcestruzzo si predispone un documento che, nel caso di calcestruzzo confezionato, deve contenere:

- la data e l'ora di confezione e i tempi d'inizio e fine getto (è opportuno, inoltre, che siano registrate le ore d'arrivo in cantiere, d'inizio e di fine scarico);
- la classe d'esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;



- il tipo, la classe del cemento, ove specificato nell'ordine di fornitura;
- il rapporto a/c, se prescritto;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;

Nel caso di calcestruzzo preparato in cantiere, deve essere almeno indicato:

- la classe di resistenza caratteristica;
- i metri cubi trasportati;

L'impresa costruttrice conserva la documentazione nella quale è specificata la struttura a cui il carico di calcestruzzo è stato destinato. Tale documento deve formare oggetto di controllo e registrazione da parte di chi riceve il calcestruzzo.

Per maggiori dettagli circa la confezione, il trasporto e la consegna del calcestruzzo, sia esso preconfezionato o prodotto in cantiere, si può fare riferimento alle "Linee Guida per la produzione, il trasporto e il controllo del calcestruzzo preconfezionato", predisposte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico.

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

Posa in opera

La messa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme.

Per assicurare la migliore riuscita del getto, la messa in opera del calcestruzzo richiede, da parte della Direzione Lavori, una serie di verifiche preventive che riguardano, oltre che gli scavi, le casseforme e i ferri d'armatura, anche l'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

Considerata l'importanza delle operazioni di getto, che riguardano la posa in opera del calcestruzzo e tutte le fasi relative, sarà cura della Direzione Lavori stabilire un programma di verifiche comprendenti:

- il coordinamento con la Direzione Lavori, con il progettista, con i laboratori esterni per ispezioni, verifiche, prelievi di campioni e prove a piè d'opera;



- l'istruzione/coordinamento con i fornitori e subappaltatori, per la consegna del calcestruzzo delle caratteristiche prescritte;
- Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le istruzioni/ordini circa le prestazioni, il programma della fornitura, l'eventuale necessità della pompa con relative caratteristiche;
- l'istruzione agli operatori per organizzare la messa in opera, compattazione e stagionatura del calcestruzzo, in funzione dei volumi, delle sequenze e degli spessori dei getti, della movimentazione e vibrazione del materiale, della protezione e stagionatura della struttura, delle condizioni climatiche, nonché delle eventuali superfici di contatto.

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo;

La posa in opera avrà inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante;

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

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



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

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

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data 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. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

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

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

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, 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:

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

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

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a cm 50 misurati dopo la vibrazione.



E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

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

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

Costipamento

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 ed il 20 %, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma (figura 5- 11).

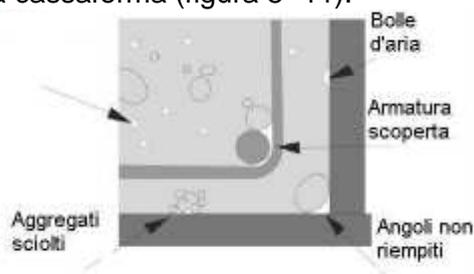


Figura 5-11: Difettosità interne del calcestruzzo non compattato.



Se il calcestruzzo indurisse in questa condizione risulterebbe disomogeneo, poroso, poco resistente e scarsamente aderente alle barre d'armatura. Per raggiungere le proprietà desiderate, il calcestruzzo deve essere compattato. La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti.

Tale processo può essere effettuato mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, assestamento.

Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio della presa del calcestruzzo.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua, non può essere migliorata aggiungendo acqua.

Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

- Costipamento per vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto.

I vibratorii possono essere: interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche ad immersione o ad ago, sono i più usati nei cantieri, essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz. Per effettuare la compattazione l'ago vibrante è introdotto verticalmente, è spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza da 5 a 30 sec. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la richiusura del foro da esso lasciato. L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un "giunto freddo" tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del



vibratore ed a condizione che, non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento. Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico così da evitare i "giunti freddi".

I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione; possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione. I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto, in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

- Costipamento manuale

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi.

Condizioni speciali di lavorazione

- Getti a basse temperature ($< +5^{\circ}\text{C}$)

Si definisce "clima freddo" una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5°C
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura $> +5^{\circ}\text{C}$.

La neve ed il ghiaccio, qualora presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo.

I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è 0°C ; tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori (es. riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, etc...).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

Si consiglia di coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta; in fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura. Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto



una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm²), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile. Il valore limite (5 N/mm²) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Dimensione minima della sezione [mm ²]			
< 300	300 + 900	900 + 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il "periodo freddo" la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati in tabella. In relazione alla temperatura ambiente ed ai tempi di attesa e di trasporto si deve prevedere un raffreddamento di 2 – 5°C tra il termine della miscelazione e la messa in opera.

Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme: ad esempio, quelle metalliche offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna, La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

- Getti a temperature elevate (> 35°C)

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco, che di quello indurito. Infatti provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto ed una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata
- bassa umidità relativa



- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda)
- forte irraggiamento solare
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo
- maggior ritiro per perdita di acqua
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno)
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni.

Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell' acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

- Getti in acqua

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento. I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa esser eliminata con scalpellatura.

Pertanto al momento del getto il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione



il contenuto di materiale fine. Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con reflimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa. Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

E' consigliabile l'uso di additivi superfluidificanti in modo da ottenere calcestruzzi con rapporto acqua - cemento compreso fra 0,45 e 0,50, che siano ugualmente molto fluidi, coesivi e non segregabili.

- Getti contro terra

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto.

Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

In genere si consiglia una opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio, con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie, pozzi e muri di sostegno).

I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.

- Interruzione nel lavoro

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno porre in opera tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.

- Riprese del getto

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e sufficientemente umide.

Le riprese, non previste in fase di progetto, devono essere eseguite in senso pressoché normali alla direzione degli sforzi di compressione, escludendo le zone di massimo momento flettente.

Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa.

Laddove specificatamente richiesto si dovrà provvedere alla preparazione, previa pulizia delle superfici, con resine epossidiche e collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto realizzato con lamiere stirate.

- Protezione termica durante la stagionatura

Per limitare il rischio delle fessure superficiali, dovute agli effetti termici, è opportuno proteggere adeguatamente la struttura in modo da ridurre il ΔT fra l'interno e l'esterno.

Particolare attenzione deve essere posta ai getti di grosse dimensioni, in cui l'inerzia termica della parte interna ed il rapido raffreddamento di quella esterna, può provocare stati di coazione. Il progettista e/o la Direzione Lavori possono prescrivere la verifica degli innalzamenti termici e dei



gradienti termici in diversi punti di una sezione di calcestruzzo, facendo predisporre termocoppie all'interno delle casseforme ed opportuni interventi di coibentazione della struttura o di variazione della composizione del calcestruzzo.

I più comuni sistemi di protezione termica adottabili nei getti di cantiere:

a. Cassaforma isolante

Il $t \leq 20^{\circ}\text{C}$ può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, es. legno compensato con spessore ≥ 2 cm, o se il getto si trova contro terra;

b. Sabbia e foglio di polietilene

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità;

c. Immersione in leggero strato d'acqua

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione;

d. Coibentazione con teli flessibili

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale; si deve tener conto, tuttavia, che, nella movimentazione, le coperte possono essere facilmente danneggiate.

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, la D.L. prevederà ad eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Si deve ricorrere alla protezione con teli anche quando ci sia il rischio di dilavamento del getto, in caso di piogge battenti o di essiccamento troppo rapido per un irraggiamento solare eccessivo.

Stagionatura e disarmo

- Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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



A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nelle Norme UNI. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento, prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni 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.

- Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono il disposto della Norma UNI EN 206-1:2006:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere < di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

- Disarmo e scasseratura

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto; queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.



I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. La procedura di puntellatura e di rimozione dei puntelli è bene sia oggetto di un'apposita nota progettuale (di Capitolato o della Direzione Lavori) in cui dovrà essere specificato come procedere al fine di ridurre ogni rischio per l'incolumità di persone e cose ed ottenere le prestazioni attese. Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche. Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della Legge n° 1086/71; in ogni caso il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

- Protezione dopo la scasseratura

Si richiama quanto previsto dalla norma UNI EN 206-1:2006; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della norma UNI EN 206-1:2006.

Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

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

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2:2009. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5:2009, o con l'apparecchio VEBÈ secondo la Norma UNI EN 12350-3:2009.



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

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI EN 12350-7:2009.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI EN 206- 1:2006, almeno una volta per ogni giorno di getto.

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

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

- Provini
 - a. prova del cono di cui alla EN 12350-6:2009;
 - b. prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393:1988 e alla EN 12350-6:2009;
 - c. prova del contenuto d'aria di cui alla UNI EN 12350-7:2009;
 - d. prova del contenuto d'acqua;
 - e. prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
 - f. prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
 - g. prova di resistenza a compressione con sclerometro.
- Determinazione del diametro massimo degli inerti

La determinazione del diametro massimo degli inerti verrà effettuata come segue.

Dalla massa di calcestruzzo da esaminare si prelevano circa 10 Kg di materiale. Tale quantità, dopo la pesatura (sia P il peso), verrà posta in un vaglio, con diametro dei fori corrispondente al diametro massimo nominale D dell'inerte, e setacciata in acqua. Il residuo del vaglio sarà scolato e pesato (sia p il peso). La percentuale di elementi d'inerte con diametro D, di valore $p/P \times 100$, non dovrà superare il 3% (residuo al vaglio). Nella misura dei pesi P e p è accettato un errore non superiore allo 0,2%.

La prova deve essere eseguita entro 30 minuti dal prelievo di calcestruzzo, a meno che non vengano impiegati ritardanti di presa.

Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.



Stati superficiali del getto

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benessere della Direzione dei Lavori, andranno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempire i vuoti e riparare parti eventualmente non perfettamente riuscite. Le superfici faccia a vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- avere un colore uniforme proprio del calcestruzzo solido; non sono consentiti schiarimenti dovuti a separazione della calce, screziature o corpi estranei;
- essere continue, quindi prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori d'aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, danni del gelo o degli additivi antigelo, scalpellature e fessature, perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti), distacchi della pellicola di cemento, presenza di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili, presenza di corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili, ecc.
- Classificazione degli stati superficiali

Le superfici di conglomerato cementizio in relazione al loro grado di finitura, conseguente anche alle classi di casseforme impiegate, possono essere delle seguenti quattro classi, con i requisiti appresso indicati:

- A (speciale);
- B (accurata);
- C (ordinaria);
- D (grossolana).

Qualora non diversamente e particolarmente disposto le superfici di conglomerato cementizio normale dovranno corrispondere almeno alla classe B, se faccia a vista alla classe A.

- Planarità generale

L'errore percentuale di planarità "d" misurato mediante un regolo lungo 3 m posto sulla superficie da controllare, viene espresso da:

$$d = h/L$$

h = massima altezza rilevata tra la superficie del calcestruzzo e la base del regolo, espressa in millimetri

L = lunghezza del regolo, espressa in millimetri.

Per le classi previste, l'errore di planarità non dovrà essere superiore a:

- Classe A - d = 0.4%
- Classe B - d = 0.6%
- Classe C - d = 1.0%

- Planarità locale



L'errore di planarità locale "e" viene misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze.

Per le classi previste, l'errore di planarità locale non dovrà essere superiore a:

- Classe A - $e = 3 \text{ mm}$
- Classe B - $e = 6 \text{ mm}$
- Classe C - $e = 10 \text{ mm}$
- Gradini dovuti al posizionamento dei casseri

Qualora tra singole zone di una superficie di conglomerato cementizio vi siano differenze di altezza, appositamente predisposte o fortuite, lo scarto "f" sulla differenza progettuale di altezza tra le zone (per superfici piane la differenza progettuale è zero) non dovrà essere, per le classi previste, superiore a:

- Classe A - $f = 3 \text{ mm}$
- Classe B - $f = 6 \text{ mm}$
- Classe C - $f = 10 \text{ mm}$
- Giunti tra elementi

I giunti tra gli elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, dovranno essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza qui sotto specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati.

L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

- Classe A - $g = 0.3 L$
- Classe B - $g = 0.5 L$
- Classe C - $g = 0.7 L$

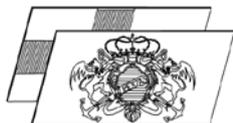
con un valore max, però, rispettivamente di:

- Classe A - 8 mm
- Classe B - 10 mm
- Classe C - 15 mm

Tolleranze

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto stabilito ai punti precedenti sulla classificazione degli stati superficiali del calcestruzzo.

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;



- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi sarà inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/200 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Protezione dei conglomerati cementizi

In relazione alle caratteristiche delle strutture da proteggere, potranno essere adottati specifici cicli di protezione. La scelta del ciclo da impiegare è di competenza del progettista esecutivo e dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

Alla luce di quanto esposto sopra, a causa della presenza delle concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e dei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati calcestruzzi con classe d'esposizione non minore ad XS3 a partire dal muro ad "U" con copertura removibile all'interno di 82 m nella zona di Fincantieri, fino allo scatolare di via Ronchi, compresi il ponte della linea Genova-Ventimiglia, il ponte parco ferroviario e quello di via Bressanone. Per i muri ad "U" a monte di via Merano e tra questa e Fincantieri e per il ponte scatolare di via Merano, si potrà utilizzare un calcestruzzo di classe non inferiore a XC4. Per i cordoli su jet grouting, le opere provvisorie del manufatto a spinta (muri e platea) si potrà utilizzare un calcestruzzo di classe non inferiore a XC1. Per tutte le classi di calcestruzzo è previsto la confezione con cemento d'alto forno CEMIIIa e una consistenza (slump) S4.

Il magrone verrà invece realizzato con calcestruzzo non strutturale confezionato a dosaggio con cemento tipo 32,5 R in centrale di betonaggio, diametro massimo nominale dell'aggregato 30 mm, fornito in cantiere.

Art. 22. Dalle prefabbricate

Lastre tralicciate di spessore pari a cm 5, idonee a garantire l'autoportanza del getto di completamento di calcestruzzo fresco, del peso proprio della lastra e del personale addetto al lavoro aventi larghezza pari a cm 200, armate con tralici longitudinali e la rete elettrosaldata, eventuali armature aggiuntive secondo gli elaborati tecnici di calcolo della soletta.

Art. 23. Barriere e parapetti

Generalità

Le barriere di sicurezza stradali che verranno installate lungo i cigli della piattaforma stradale sul manufatto idraulico di via Merano, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la D.L, sono di tipo H3 bordo ponte (elaborato D039).

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 03-06-1998:



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

- Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987 ;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
- Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;
- D.M. 14-01-2008;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 21-06-2004;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 3533 del 20-09-2005;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 753 del 20-3-2006;
- Circolare Ministero Trasporti. n. 104862 del 15-11-2007.

Il livello di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 03-06-1998 e ss.), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato Decreto, con "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crash-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000 e ss).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990 e successive, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio" e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti .



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

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

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. del 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme di Legge vigenti.

Parapetti metallici

I parapetti da installare saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1,2 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti dovranno rispondere alle norme vigenti .

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle Norme UNI corrispondenti o ad altre eventuali comunque richiamate dal predetto D.M..

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

Per ogni singolo manufatto, si dovrà fornire in progetto un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della Direzione Lavori

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori altrettanto pure il ripristino delle superfici manomesse.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità B450C ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53.



Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15-10-1996 e del 06-04-2000 e successive integrazioni, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni -Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;
- il Laboratorio L. I. E. R., .Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crèmiieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aeroport – Francia;
- TUV BAYERN SACHSEN E. V. – Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstrae, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

Art. 24. Cabine elettriche prefabbricate parzialmente assemblata in stabilimento

Cabine elettriche costruite nel rispetto della specifica Enel DG2092 rev.2 del 01/07/2011 ed hanno come caratteristica comune la larghezza di cm 250 esterno (cm 230 interno), mentre la lunghezza può essere variabile. Esse sono parzialmente assemblate in stabilimento in modo da consentire una fase di monitoraggio più snella, considerando che quasi la totalità degli accessori e dotazioni vengono installati in stabilimento.

Le cabine hanno due porte in vtr a due ante da cm 120x215 con serratura nazionale e cartello monitore e una in vtr ad un'anta da cm 60 x 215 con serratura e cifratura libera e sono dotate di:

- N. 2 griglie di areazione in vtr da cm 120 x h50 – DS927
- N.1 passante per passaggio cavi temporanei diametro 80 mm
- N.1 passante per passaggio del rack diametro 80 mm
- N.1 plotta removibile in vtr da cm 60x60 per accesso vasca da locale misure
- N.1 plotta removibile in vtr da cm 100x60 per accesso vasca da locale Enel
- N.2 aspiratori eolici con cuscinetto a bagno d'olio.
- N.3 plotte in vtr da cm 80x25x4 per scomparti MT
- N.2 connettori interno esterno in acciaio inox inseriti nelle pareti della vasca di sottopavimento
- N.2 quadretti per SA tipo DY3016/1
- N.1 supporto in acciaio zincato per sostegno quadri BT



- N.1 serie di scivoletti in PVC per rialzo uscio porte
- N.1 serie di flange a prefrazione inserite nelle pareti della vasca di sottopavimento
- N.1 targa di identificazione cabina
- N.3 lampade a plafoniera stagna complete di lampade a basso consumo
- N.6 kit passacavi stagni
- N.1 impianto di terra interno alla cabina
- N.1 impianto di terra esterno alla cabina costituito da anello di corda in rame da 35 mm e da 4 paline zincate l=160 poste ad 1 metro dai vertici del rettangolo

La vasca di sottopavimento è di tipo monolitico ed è completa di flange a rottura prestabilita che mediante l'inserimento di appositi passaggi stagni consentono in modo sicuro il passaggio dei cavi in entrata e uscita.

Le pareti interne delle cabine vengono trattate con pitture a base di resine sintetiche di colore bianco.

Tutte le pareti esterne vengono trattate con rivestimento murale plastico idrorepellente, costituito da resine pregiate, polvere di quarzo, colore RAL 1011 della scala RAL-F2.

L'elemento di copertura è impermeabilizzato mediante stesura a caldo di guaina bituminosa ardesiata spessore 4 mm, nelle fasce visibili è trattato con pittura analoga alla sopraccitata ma con RAL 7001 della scala RAL-F2.

Di questa tipologia esecutiva fa parte il modello DG2092 rev.2 che comprende il locale Enel ed il locale misure nella stessa cabina pur se divisi fra di loro da una parete divisoria.

Art. 25. Fondazioni e manti stradali Area via merano, via bressanone e via ronchi RIPRISTINO DI PAVIMENTAZIONI STRADALI E MARCIAPIEDI

L'Appaltatore dovrà ripristinare le pavimentazioni stradali e dei marciapiedi, demoliti in fase di scavo, nelle condizioni in cui si trovavano prima dei lavori.

Preliminarmente alla demolizione delle superfici bituminose esistenti, sarà eseguito il taglio mediante disco diamantato lubrificato e raffreddato ad acqua fino alla profondità della struttura bituminosa esistente.

I sottofondi e le massicciate stradali da ripristinare saranno estesi circa 20 cm. oltre il bordo degli scavi e quando l'assestamento dei rinterri sarà ultimato l'Appaltatore scaverà il cassonetto di spessore sufficiente alla stesura della massicciata o del sottofondo. Il fondo del cassonetto sarà rullato o compattato con mezzi meccanici, eventualmente con una stesura superficiale di materiale granulare come ghiaia, sabbia, ecc., in modo da formare un solido appoggio alle strutture stradali.

Fondazioni stradali



Le fondazioni stradali saranno eseguite in misto misto naturale stabilizzato con legante naturale (terra passante al setaccio 0,4 UNI) , costipato con idonee macchine fino a raggiungere lo spessore previsto dal progetto. Il misto naturale sarà privo di materiale avanti dimensioni superiori a 70 mm.

bitumi ed asfalti

I bitumi e gli asfalti impiegati nelle costruzioni stradali dovranno essere conformi alle norme contenute nei fascicoli: 2/1951, 311958, 6/1956 e 711957 editi dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

SOTTOFONDI E MASSICCIATE

Prima di procedere alla formazione della massicciata si procederà a costipamento con rulli adeguati e velocità non superiore a 3 Km/h. Il terreno di base sarà innaffiato moderatamente e la rullatura continuerà fino a che non si manifestino più cedimenti o movimenti al passaggio del rullo compressore. Dovrà raggiungere i fili prescritti.

La massicciata sarà costituita da terre stabilizzate di spessore pari a 30 cm e compattata a mezzo di rulli vibranti. Si dovrà avere cura particolare affinché il grado di umidità dei materiali sia quello prescritto. Le massicciate dovranno essere approvate dalla D.L., la quale di volta in volta nel corso dei lavori potrà dare disposizioni in variante a quanto prescritto.

Il tappeto di usura in conglomerato bituminoso chiuso, eseguito con materiali rispondenti alle norme C.N.R. con spessore pari 0.04 m.

Il sottofondo stradale costituito da materiale di cava (tout-venant stabilizzato), steso a strati, moderatamente innaffiato, compatto e cilindrato con rullo da 14-16 tonnellate, fino al completo assestamento ed al raggiungimento della quota prescritta di 0.05 m

MARCIAPIEDI

A seguito della rottura del marciapiede è previsto il rinterro fino ad una quota di circa 17 cm. Successivamente è prevista la posa di una rete elettrosaldata annegata in uno strato di calcestruzzo di sottofondazione di circa 15 cm di spessore. Infine è prevista la posa di asfalto colato di spessore 18 mm con relativa rullatura per ripristinare le quote originarie.

Art. 26. Membrana impermeabilizzante in teli

Membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di spessore da progetto (EN 1849-1) misurato sulla cimosa, con marcatura CE conforme UNI EN 13707 ed UNI EN 14695, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere. La membrana dovrà rispettare i seguenti parametri secondo progetto:

- classe di reazione al fuoco (secondo EN 13501-1),



- resistenza a trazione e un allungamento a rottura (secondo EN 12311-1)
- una resistenza alla lacerazione (secondo EN12310-1)
- una stabilità dimensionale a caldo (secondo EN 1107-1)
- una flessibilità a freddo (secondo EN 1109)
- una stabilità di forma a caldo (secondo EN1110)
- una forza di adesione (EN 13596)
- una resistenza allo sforzo di taglio
- una compatibilità per condizionamento termico (EN 14691)

La membrana, dovrà essere resistente alla compattazione del conglomerato conforme EN 14692 e resistente alla stesura dell'asfalto colato conforme EN 14693, superando la prova di impermeabilità dinamica.

Art. 27. Monitoraggio dei cedimenti durante le fasi di realizzazione delle colonne in jet grouting e delle sottomurazioni.

Il monitoraggio ha lo scopo di controllare l'integrità dei fabbricati posti nelle immediate vicinanze del cantiere, in particolare con riferimento alle operazioni di realizzazione delle colonne jet – grouting e delle sottomurazioni previste in progetto.

In funzione dell'importanza dell'obiettivo da monitorare si individueranno due tipologie di monitoraggio:

1) Edifici di importanza primaria:

Per questa tipologia di edifici si prevede una procedura automatizzata con letture in continuo di spostamenti e rotazioni. L'attrezzatura da utilizzare sarà costituita da:

- Ricevitori satellitari per monitoraggio
- Inclinometri biassiali di alta precisione
- Stazione informatizzata robotizzata automatica
- Distanziometri industriali di alta precisione

La procedura di realizzazione del piano di monitoraggio sarà strutturata come segue:

- Si deve prima di tutto realizzare una rete d'inquadramento che sarà costituita da quattro stazioni satellitari permanenti poste all'esterno dell'area da monitorare. La stazionabilità dei siti sarà preventivamente verificata attraverso la ricettività dei satelliti e la verifica dell'assenza d'interferenze sulle frequenze scelte per le comunicazioni dati interne al sistema di monitoraggio;
- Si materializzano i punti di controllo su ciascuno degli edifici da monitorare (ad esempio in sommità) installando una stazione permanente satellitare e un inclinometro biassiale per ciascun punto di controllo. Per il monitoraggio di eventuali movimenti orizzontali del piede degli edifici saranno posizionati distanziometri industriali ad alta precisione;



- In funzione delle determinazioni del Progetto Esecutivo, verranno stabiliti dei valori di soglia di cedimenti, rotazioni e torsioni degli elementi da monitorare;
- La stazione informatizzata automatica leggerà con frequenza prestabilita le posizioni x,y e z di ciascuna stazione installata;
- Si procederà, con cadenza concordata, alle letture sugli inclinometri e sui distanziometri.

Qualora le letture automatiche delle coordinate delle stazioni satellitari mostrino valori di spostamenti o rotazioni che superano i livelli di soglia stabiliti saranno inviati in automatico comunicazioni di allerta alle figure preposte al controllo ed alla sicurezza dei lavori e degli edifici interessati.

I dettagli del piano di monitoraggio saranno definiti sulla base delle determinazioni del Progetto Esecutivo. In questa sede si raccomanda il monitoraggio in continuo per le strutture dello stabilimento di Fincantieri (fondazioni in prossimità degli scavi), per l'edificio all'angolo opposto tra via Bressanone e via Merano (già durante le operazioni di scavo del microtunneling per la risoluzione dell'interferenza con gli oleodotti), per gli edifici prospicienti a piazza Claverino (già durante le operazioni di scavo del pozzo di ricezione del microtunneling per la risoluzione dell'interferenza con gli oleodotti) e per gli edifici minori posti ai lati del rio Molinassi.

2) Edifici e strutture di importanza secondaria:

Per questa tipologia di opere si procede al monitoraggio manuale delle coordinate di un numero prestabilito di punti materializzati sugli edifici da controllare.

L'attrezzatura necessaria sarà costituita da:

- Livello elettronico di precisione
- Mire ottiche fisse

La procedura di realizzazione del piano di monitoraggio sarà strutturata come segue:

- Si procede alla realizzazione di tre caposaldi di precisione posti sufficientemente al di fuori delle aree interessate dai lavori;
- Si materializzano i punti di controllo su ciascuno degli edifici da monitorare installando una mira ottica per ciascun punto da monitorare.
- Verranno stabiliti dei valori di soglia di cedimenti, rotazioni e torsioni degli elementi da monitorare;
- Si procederà, con cadenza concordata, alle letture di orizzontalità con livello elettronico.

Qualora le letture manuali delle coordinate delle mire ottiche mostrino valori di spostamenti o rotazioni che superano i livelli di soglia stabiliti saranno inviati avvertiti tempestivamente le figure preposte al controllo ed alla sicurezza dei lavori e degli edifici interessati.

Qualora i valori di soglia vengano superati durante le fasi di realizzazione delle opere si provvederà ad arrestare immediatamente i lavori e a valutare l'esaurimento nel tempo dei cedimenti. Qualora si dovesse verificare il progredire dei cedimenti e delle distorsioni sarà necessario ritombare gli scavi



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

eventualmente effettuati per ripristinare uno stato tensionale sufficientemente simile alla situazione ante operam.

Qualora i valori di soglia vengano superati durante le fasi di realizzazione delle colonne jet grouting si provvederà immediatamente ad arrestare le operazioni e a valutare l'esaurimento nel tempo dei cedimenti. Qualora si dovesse verificare il progredire dei cedimenti si provvederà tempestivamente a realizzare perforazioni verticali e sub-verticali in prossimità delle colonne realizzate e degli edifici al fine di consentire una rapida dissipazione delle sovrappressioni.