COMUNE DI CERIALE

PROVINCIA DI SAVONA

Committente:
Comune di Ceriale

Livello di Progetto:
Definitivo

Titolo:

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL RIO SAN ROCCO

Oggetto:
Disciplinare Descrittivo Prestazionale

Firme:

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DELLA SPEZIA
DANIELE GUERRIERI
INGEGNERE
Civile ed Ambientale
Industriale
dell'Informazione
A 958

Firmato digitalmente da

daniele guerrieri

CN = guerrieri daniele
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di La Spezia
C = IT

Codice Progetto:
P107-21

Nome File:

P107-21-D-DE-DDP-001-B

Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	BR/MIN	21/04/2022	DG	21/04/2022
B	SECONDA EMISSIONE	DG	18/05/2022	DG	18/05/2022

info@itec-engineering.it
www.itec-engineering.it

19038 SARZANA (SP)
Via B. P. U. Muccini, 54 A
TEL. +39 0187 610532

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi, 7/9-10
TEL. +39 010 5959690

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA
efca
FIDIC
apave Certification
ISO 9001 - N° SC 10-2588/IAF 34
ISO 14001 - N° SCA 19-3491/IAF 34
ISO 45001 - N° SCS 20-336/IAF 34

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

CAPITOLO 1

MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 1.1
AREE DA ADIBIRE A CANTIERE

L'onere della richiesta in concessione delle aree che dovranno essere adibite a cantiere spetta all'appaltatore, il quale dovrà ottemperare scrupolosamente a tutte le prescrizioni, gli obblighi e gli eventuali oneri imposti dall'Amministrazione ed a quelli eventualmente imposti da altri enti competenti.

Le aree medesime dovranno essere adibite esclusivamente ad uso cantiere per i lavori appaltati e quindi non potranno, per nessuna circostanza, essere destinate – sia pure temporaneamente – ad altro uso.

L'Impresa non potrà richiedere alcun compenso aggiuntivo per qualsiasi onere derivante dalla distanza tra l'area di cantiere e la zona delle lavorazion per le moivimentazioni dei mezzi.

Gli eventuali oneri che ne dovessero derivare, inclusi quelli della concessione, sono a carico dell'Impresa. L'Amministrazione appaltante affiderà all'impresa le aree di cantiere per il previsto tempo di esecuzione dei lavori e con tutte le limitazioni previste nel presente capitolato.

L'esecuzione dei lavori con mezzi particolari eventualmente in possesso dell'impresa non potrà costituire, da parte dell'appaltatore, motivo di richiesta di indennizzi o maggiori oneri.

L'impresa esecutrice potrà avviare i lavori d'appalto solo previo ottenimento della concessione delle aree di cantiere per le quali è tenuta a presentare debita istanza alla Stazione Appaltante e previo ottenimento dell'Ordinanza della Capitaneria di Porto di autorizzazione dell'occupazione dello specchio acqueo.

La riconsegna delle aree avverrà a valle del conseguimento dell'iter tecnico-amministrativo, ivi compreso il certificato di collaudo e/o di regolare esecuzione.

L'Impresa dovrà ottemperare scrupolosamente a tutte le prescrizioni, gli obblighi e gli oneri della assegnazione ed a quelli eventualmente imposti dalle Autorità Militari e dalla Amministrazione. Gli oneri che ne derivano sono a carico dell'Impresa senza che ciò possa dare diritto ad alcun compenso aggiuntivo.

Al fine di evitare interferenza delle attività del cantiere con l'ambiente esterno, l'appaltatore dovrà delimitare le aree di cantiere.

Art. 1.2
ASPETTI GENERALI

Le lavorazioni previste nel presente appalto devono essere complete di tutti gli apprestamenti e materiali descritti nel presente capitolato e nelle voci di riferimento di cui ai prezziari di riferimento (Prezzario Regione Liguria 2019). In caso di discordanza tra le descrizioni del presente capitolato e quelle di E.P. vale la soluzione più vantaggiosa per la Stazione Appaltante e, comunque, quella che meglio rappresenta la finalità dell'opera senza che ciò possa essere elemento di richiesta per ulteriori oneri da parte dell'impresa appaltatrice. **In merito ai riferimenti normativi riportati nei prezzari di riferimento e nel presente capitolato si precisa che <u>eventuali riferimenti a leggi sorpassate e/o abrogate devono essere riferite a quelle attualmente in vigore per lo stesso argomento senza che per questo l'impresa possa accampare alcun onere aggiuntivo rispetto a quanto già in appalto</u>**.

Art. 1.3
TRACCIAMENTI

Prima di procedere alle opere d'appalto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti come indicato negli elaborati grafici.

A suo tempo dovrà pure posizionare, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Quantunque i tracciamenti siano fatti e verificati dalla Direzione dei Lavori, l'impresa resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'impresa le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo armato, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 1.4
MOVIMENTI DI TERRA

Definizioni e classificazioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Scavi
- Rinterri
- Ritombamenti

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

Nel prezzo d'appalto sono considerati compensati, oltre al costo delle demolizioni, anche quello relativo alla movimentazione del materiale in cantiere, il carico su mezzo di trasporto, il trasporto a discarica e le spese di conferimento.

1.4.1) Prescrizione tecniche particolari

Scavi in genere

Per scavo s'intende l'enucleazione, rimozione e trasporto di terreni di qualsiasi natura e di materiali litoidi che rientrino nelle seguenti categorie :

- terreni vegetali ed organici, suoli, riporti artificiali di varia natura
- terreni sciolti e granulari anche se addensati o con modesta cementazione
- terreni coesivi, a comportamento plastico, in formazioni spazialmente omogenee, o alternati a modesti livelli di materiale granulare cementato
- materiali litoidi alterati nonché masse rocciose fessurate, con orientamento non preferenziale delle fessure con separazione della massa in blocchi di dimensione non superiore ad un metro cubo, non cementati

Si intendono materiali litoidi quei materiali rocciosi coerenti e compatti che debbono necessariamente essere scavati con l'ausilio di macchine ad azione demolitrice, ripper, demolitori, fioretti, martelli pneumatici, cunei idraulici, miscele espansive, etc…..Sono comprese anche le rocce in strati alternati nelle quali la presenza di fessurazioni e/o alterazioni non rechi pregiudizio alla compattezza dell'intera massa , ovvero con presenza di cemento, di consistenza litoide, nelle fessure.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, o con mezzi meccanici.
Nella esecuzione dei lavori di scavo l'APPALTATORE dovrà farsi carico delle prescrizioni e degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

a) Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisionale secondo quote e pendenze di progetto.
L'appaltatore avrà cura che il fondo dello scavo sia compattato secondo le indicazioni del progetto .

b) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della DIREZIONE LAVORI, ove previsto dal PCQ, prima di procedere a fasi di lavoro successive.
Nel caso in cui questa prassi non venisse rispettata la DIREZIONE LAVORI potrà richiedere all'APPALTATORE di rimettere a nudo le parti occultate senza che questi abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere.

c) Provvedere alla demolizione e/o rimozione dei trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili.

d) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove in sito ed analisi di laboratorio.

e) Provvedere a propria cura e spese allo smaltimento in discarica autorizzata del materiale scavato non riutilizzato o non riutilizzabile;

f) Provvedere al carico, trasporto e scarico del materiale proveniente dagli scavi che l'APPALTATORE intendesse riutilizzare, purché idoneo.
E' inteso incluso anche l'eventuale onere per il reperimento di idonee aree di stoccaggio, eventualmente indicate dalla DIREZIONE LAVORI, il deposito ordinato e la ripresa dei materiali.

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

h) Provvedere, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbatacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, nel rispetto del piano di sicurezza ed in conformità alle norme di sicurezza.

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

l) Provvedere ad un adeguato drenaggio per evitare accumuli d'acqua nel fondo dello scavo, nonché' ad aggottamento dell'acqua ove si rendesse necessario. L'APPALTATORE dovrà mantenere durante i lavori tutti i drenaggi funzionanti in modo da assicurare la fuoriuscita dell'acqua. I danni al lavoro conseguenti a infiltrazioni d'acqua dovute alla mancate realizzazione di idonei drenaggi dovranno essere immediatamente rimediati dall'APPALTATORE a sue spese.

Rinterri

Per rinterri si intendono:

- la bonifica di zone di terreno non adeguato, al disotto del piano di posa di manufatti, delle trincee e dei rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni del sottosuolo con materiale idoneo o mediante il trattamento degli stessi con calce;

- il riempimento di scavi provvisori eseguiti per la realizzazione di fondazioni, cunicoli, pozzetti, e quanto altro;

- la sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Nella effettuazione dei rinterri l'APPALTATORE dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

a) La bonifica del terreno dovrà essere eseguita quando prevista dal progetto, e ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo (per es. un terreno altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche) e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto o a prescrizioni contrattuali.

b) La bonifica dovrà essere eseguita utilizzando i seguenti materiali; con riferimento alla classifica CNR-UNI 10006:

- A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;

- A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm. (materiale sciolto); per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm. (materiale sciolto).

Dopo la compattazione, il valore della densità secca (AASHTO Modificata CNR-BU n. 69) dovrà essere almeno pari a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; il modulo di deformazione misurato mediante prova di carico su piastra, al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.05 MPa – 0.15 MPa, non dovrà essere inferiore a quello previsto per le diverse tipologie di opere in terra, riportato nei paragrafi che seguono; infine il rapporto dei moduli del 1° e 2° ciclo dovrà essere non inferiore a 0.60 (CNR-BU n. 146). Qualora quest'ultimo valore non fosse conseguibile si dovrà fare riferimento a quanto previsto al punto g).

c) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto b debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'APPALTATORE dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1, A2-4 ed A3 (UNI-CNR 10006).
d) Il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà essere effettuato con materiale idoneo opportunamente compattato, secondo le prescrizioni del progetto.

e) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

f) La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali idonei sia provenienti dagli scavi che di fornitura dell'APPALTATORE, e dovrà essere effettuata con spandimento a strati procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

g) Per la formazione del corpo dei rilevati potranno essere impiegati frammenti rocciosi delle dimensioni non maggiori di 20 cm così da poter formare strati dello spessore massimo di 50 cm. Da un punto di vista litologico è da escludere l'impiego di materiali provenienti da marne, argilliti, filladi e micascisti o da rocce soggette a fenomeni di alterazione.

1.4.2) Prescrizioni ed oneri generali

a) In merito alla individuazione dei materiali provenienti dagli scavi e riutilizzabili per la costruzione delle opere in terra, sarà cura ed onere dell'APPALTATORE, prima dell'inizio dei lavori, esperire una campagna di indagini allo scopo di fornire alla DIREZIONE LAVORI una esauriente documentazione sia per quanto attiene le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali che per quanto concerne la disponibilità in funzione delle esigenze quantitative e temporali derivanti dal programma di esecuzione dei lavori.

Qualora i quantitativi dei materiali individuati fossero insufficienti alle esigenze di costruzione, sarà cura dell'APPALTATORE presentare anche un'analoga documentazione relativa alle cave di prestito.

b) La provenienza ed il tipo di materiale da utilizzare dovranno essere preventivamente comunicati alla DIREZIONE LAVORI;

c) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, dei materiali utilizzati per i rinterri ed i rilevati.

d) In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a ridosso delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino ad una distanza inferiore a 1.5 m. da opere preesistenti.

A ridosso dei manufatti l'APPALTATORE dovrà usare mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

e) Sarà cura dell'APPALTATORE fare effettuare le prove in sito e di laboratorio previste dalla "Specifica di Controllo Qualità", così come quelle integrative che la DIREZIONE LAVORI ritenesse necessarie per accertare la qualità del lavoro.

f) Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste dalla "Specifica di Controllo Qualità".

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

g) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere al controllo e al contenimento di acque di falda e superficiali, provvedendo alla costruzione delle opere di drenaggio definitive ed alla realizzazione di tutte le opere provvisionali (well-point, palancolate, deviazioni, aggottamenti, etc.) atte a garantire la qualità del lavoro da eseguire ed a garantire altresì il regolare deflusso delle acque.

h) Sarà cura dell'APPALTATORE, provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave di prestito, così come di quelli provenienti dagli scavi.

i) Nel caso in cui, in qualsiasi fase di lavoro, siano rinvenuti oggetti o materiali di valore od oggetti tutelati dalle leggi vigenti, l'APPALTATORE dovrà scrupolosamente attenersi a quanto prescritto dal Contratto.

l) Sarà onere dell'APPALTATORE provvedere alla profilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli ed alla costruzione degli arginelli se previsti, nonché alla maggiorazione delle dimensioni di progetto dei rilevati, per tener conto dell'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle previste nel progetto costruttivo.

m) Sarà onere dell'APPALTATORE il trasporto e lo smaltimento a discarica autorizzata di tutto il materiale di risulta (non idoneo al riutilizzo o comunque esuberante) proveniente dagli scavi o da scarti di vagliatura del materiale accantonato per il riutilizzo.

n) Sarà cura dell'APPALTATORE, durante tutte le fasi di lavorazione, provvedere alla protezione e conservazione dei manufatti esistenti ed all'eventuale ricostruzione, in caso di danneggiamento o temporanea rimozione, nello stato in cui si trovavano prima della effettuazione dei lavori.

o) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla pulizia, manutenzione e ripristino del manto stradale, sia relativamente alle strade di cantiere che alla viabilità esterna, in modo da preservare l'integrità delle superfici stradali percorse dai mezzi dell'APPALTATORE e di garantire costantemente la percorribilità delle strade anche in relazione agli aspetti concernenti la sicurezza.

p) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere programmare i lavori conformemente alle fasi costruttive previste in progetto e verificare che i dati provenienti dal monitoraggio in corso d'opera siano rispondenti a quelli previsti in progetto. Nel caso in cui si verifichino delle differenze, dovrà essere tempestivamente informata la DIREZIONE DEI LAVORI. Sarà inoltre onere dell'APPALTATORE raccogliere e consegnare alla DIREZIONE DEI LAVORI i dati del monitoraggio, con cadenza almeno mensile.

1.4.3) Controlli e Prove di laboratorio

Prove di laboratorio preventive

Nel prezzo d'appalto si intendono compresi gli oneri per le prove di laboratorio preventive sui materiali da impiegare per la realizzazione dei rilevati stradali e per ogni altro tipo di materiale da movimentare (sia esso movimentato nell'ambito del cantiere sia esso trasferito a discarica).

Le caratteristiche e l'idoneita dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:
- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (UNI 13286);

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		*Ultimo strato di cm 30*			
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione UNI 13242 UNI 14688 UNI 13285	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. UNI 13286	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

In relazione al materiale da trasferire a discarica o a sito di riutilizzo l'impresa avrà l'obbligo di effettuare preventivamente la prove chimiche sul materiale (test di cessione).

Controlli

L'incidenza delle prove definita nelle specifiche di Controllo Qualità deve ritenersi come livello minimo; tale incidenza dovrà essere incrementata in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato o rinterro e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'APPALTATORE potrà eseguire le prove di controllo in proprio o tramite un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

Il personale addetto dovrà essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito ed in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.
Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite in una sede adeguatamente attrezzata e capiente distaccata presso il cantiere dell'APPALTATORE ed accessibile alla DIREZIONE LAVORI.

Prima di iniziare i lavori l'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli.

Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'APPALTATORE.

I modelli da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli, completi dei relativi certificati sono allegati al documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità".

Prima di iniziare i lavori in oggetto, l'APPALTATORE dovrà disporre di un P.C.Q. approvato dalla DL, per ogni opera da eseguire.

Le prove saranno eseguite presso il laboratorio, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o, in situ, dal personale dello stesso laboratorio qualificato; l'esito di ciascuna prova verrà riportato su un apposito certificato, ed allegato al P.C.Q. e farà parte del dossier di qualità dell'opera.

Per le prove in situ, su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:
- l'opera di riferimento
- le caratteristiche identificative del lotto testato
- la data di esecuzione del test
- i risultati ottenuti
- il nome e firma del controllore

Per le prove di piastra su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:
- l'opera di riferimento
- la provenienza del materiale testato, con indicazione del lotto o qualsiasi altro elemento identificativo;
- il nominativo dell'operatore che ha eseguito la prova;
- data e luogo della prova;
- visto di chi ha approvato l'emissione del certificato;

L'esito di tutte le prove e di tutti i controlli effettuati dovrà essere trasmesso alla DIREZIONE LAVORI.
La DIREZIONE LAVORI potrà indicare, a sua discrezione, i punti per il campionamento dei materiali e per l'esecuzione delle prove in situ.

1.4.4) Controlli sugli scavi

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Scavi a mano o a macchina

Sono richiesti i seguneti controlli:

- Controllo sulla geometria:

Questo controllo sarà eseguito dall'APPALTATORE durante l'esecuzione di ogni singolo scavo o lotto di scavo (scavo di trincee e piani di posa delle opere in terra) ed in ogni caso con la frequenza necessaria affinché gli scavi siano eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni, lo stato delle superfici e le quote di progetto.
I risultati delle verifiche finali saranno annotati con la data e la firma del verificatore sull'apposita scheda prevista dal P.C.Q.

- Controllo della densità secca:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.
La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m2 o su lotti di scavo di 1000 m^2.

- Controllo del modulo di deformazione:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.
La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m2. o su lotti di scavo di 1000 m^2.

1.4.5) Controlli sui rinterri

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Per le terre trattate a calce, oltre a quanto previsto di seguito, si dovrà fare riferimento a quanto richiesto nell'annesso al presente documento.

Controlli sui materiali

Sono richiesti i seguneti controlli:

Prima della posa in opera dei materiali da utilizzare dovrà essere controllato che essi appartengano alle classi ritenute idonee per il tipo di rinterro da effettuare. Il controllo dovrà essere effettuato con le seguenti frequenze minime:

- materiale proveniente da scavo:
  una prova ogni 3.000 mc.

- materiale proveniente da cava:
  non si effettueranno prove in campo ma il materiale dovrà provenire da cava qualificata dall'APPALTATORE e accompagnato da relativo certificato (per ogni lotto omogeneo di materiale)

emesso dalla cava, attestante la specifica ed i controlli sulla qualità del materiale in accordo alle procedure di C.Q. Il controllo sulla tipologia del materiale si ridurrà quindi al controllo del certificato

- Controllo della densità secca:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.
Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato

- Controllo del modulo di deformazione:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.
Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

- Controllo dello spessore degli strati:

Si dovrà misurare lo spessore dello strato di materiale da compattare (materiale sciolto) e controllare che siano rispettati i valori previsti nei paragrafi precedenti.
Il controllo dovrà essere effettuato per ogni strato steso e almeno ogni 200 m.

1.4.6) Controlli sui materiali riciclati da rifiuti speciali

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche gia stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneita dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidita ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI 13286);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalita previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilita al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles;. sara ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sara effettuata una prova ogni 500 mc di materiale da porre in opera.

Prove in sito
Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

Sara effettuata una prova ogni 500 mc di materiale posto in opera

1.4.7) Preparazione del piano di posa dei rilevati

Preparazione Piano di posa dei Rilevati compreso lo scavo di scorticamento per una profondita media di cm 20, previo taglio degli alberi e dei cespugli, estirpazione ceppaie carico, trasporto a rifiuto od a reimpiego delle materie di risulta anche con eventuale deposito e ripresa, compattamento del fondo dello scavo fino a raggiungere la densita prescritta, il riempimento dello scavo ed il compattamento dei materiali all'uopo impiegati fino a raggiungere le quote del terreno preesistente ed il costipamento prescritto compreso ogni onere. Con l'impiego di materiali idonei provenienti da cave di prestito e/o dagli scavi.

1.4.8) Rinterri

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

1.4.9) Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Stazione Appaltante; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

1.4.10) Rilevati stradali

Sistemazione in Rilevato o in Riempimento utilizzando materiali idonei provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito, realizzata secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche;
Comprese la sagomatura e profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate, rivestita con terra vegetale, compresa ogni lavorazione ed onere per dare il rilevato a perfetta regola d'arte.

1.4.11) Trasporti a discarica

I trasporti a Discarica o da Cava di Prestito sono inclusi nei singoli articoli di Elenco Prezzi riferiti ai trasporti a discarica per qualsiasi distanza dal perimetro del lotto.
Sono, inoltre, compresi in appalto i costi degli oneri di conferimento.

La quantità del materiale è considerata in banco. Non saranno compensati extra costi derivanti dall'incremento del materiale successivamente allo scavo.

Qualora l'impresa e/o la committenza individuinuino, durante le lavorazioni, dei siti di deposito i costi di discarica verranno adeguatamente rivalutati senza che l'impresa possa accampare, per ciò, alcun onere aggiuntivo.

Tutti i costi riferiti alla discarica verranno compensati, unicamente, a seguito della presentazione della copia del formulario timbrata/vidimata dalla discarica. Senza la presentazione di tale copia nessun costo della discarica verrà riconosciuto all'impresa.

L'importo previsto per la discarica è indipendente dal CER del materiale da conferire.

Art. 1.5
SCAVI IN GENERE

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

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

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di a sezione ristretta.

Gli scavi potranno essere eseguiti sia a mano che con mezzi meccanici.

Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Comunque, il sistema di scavi per l'apertura della sede stradale, qualunque sia la natura del terreno ed il mezzo di esecuzione, deve essere tale da non provocare franamenti e scoscendimenti.

Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorra, con canali fugatori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, depositandole su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

1.5.1) Controlli e Prove di laboratorio

Prove di laboratorio preventive

Nel prezzo d'appalto si intendono compresi gli oneri per le prove di laboratorio preventive sui materiali da impiegare per la realizzazione dei rilevati stradali e per ogni altro tipo di materiale da movimentare (sia esso movimentato nell'ambito del cantiere sia esso trasferito a discarica).

Le caratteristiche e l'idoneita dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:
- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticita sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (UNI 13286);

Tipo di prova	Rilevati Stradali				Terre Rinforzate	
	Corpo del rilevato		*Ultimo strato di cm 30*			
	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3	primi 5000 m^3	successivi m^3
Classificazione UNI 13242 UNI 14688 UNI 13285	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. UNI 13286	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

In relazione al materiale da trasferire a discarica o a sito di riutilizzo l'impresa avrà l'obbligo di effettuare preventivamente la prove chimiche sul materiale (test di cessione).

Controlli

L'incidenza delle prove definita nelle specifiche di Controllo Qualità deve ritenersi come livello minimo; tale incidenza dovrà essere incrementata in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato o rinterro e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'APPALTATORE potrà eseguire le prove di controllo in proprio o tramite un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI.

Il personale addetto dovrà essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito ed in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.
Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite in una sede adeguatamente attrezzata e capiente distaccata presso il cantiere dell'APPALTATORE ed accessibile alla DIREZIONE LAVORI.

Prima di iniziare i lavori l'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trasmesso tempestivamente su appositi moduli.

Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'APPALTATORE.

I modelli da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli, completi dei relativi certificati sono allegati al documento "Prescrizioni per l'esecuzione di forniture e lavori in assicurazione qualità".

Prima di iniziare i lavori in oggetto, l'APPALTATORE dovrà disporre di un P.C.Q. approvato dalla DL, per ogni opera da eseguire.

Le prove saranno eseguite presso il laboratorio, qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o, in situ, dal personale dello stesso laboratorio qualificato; l'esito di ciascuna prova verrà riportato su un apposito certificato, ed allegato al P.C.Q. e farà parte del dossier di qualità dell'opera.

Per le prove in situ, su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:
- l'opera di riferimento
- le caratteristiche identificative del lotto testato
- la data di esecuzione del test
- i risultati ottenuti
- il nome e firma del controllore

Per le prove di piastra su ciascun certificato dovrà essere chiaramente indicato:
- l'opera di riferimento
- la provenienza del materiale testato, con indicazione del lotto o qualsiasi altro elemento identificativo;
- il nominativo dell'operatore che ha eseguito la prova;
- data e luogo della prova;
- visto di chi ha approvato l'emissione del certificato;

L'esito di tutte le prove e di tutti i controlli effettuati dovrà essere trasmesso alla DIREZIONE LAVORI.
La DIREZIONE LAVORI potrà indicare, a sua discrezione, i punti per il campionamento dei materiali e per l'esecuzione delle prove in situ.

1.5.2) Controlli sugli scavi

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Scavi a mano o a macchina

Sono richiesti i seguneti controlli:

- Controllo sulla geometria:

Questo controllo sarà eseguito dall'APPALTATORE durante l'esecuzione di ogni singolo scavo o lotto di scavo (scavo di trincee e piani di posa delle opere in terra) ed in ogni caso con la frequenza necessaria affinché gli scavi siano eseguiti secondo le pendenze, le dimensioni, lo stato delle superfici e le quote di progetto.
I risultati delle verifiche finali saranno annotati con la data e la firma del verificatore sull'apposita scheda prevista dal P.C.Q.

- Controllo della densità secca:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.
La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m2 o su lotti di scavo di 1000 m^2.

- Controllo del modulo di deformazione:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente

K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.
La prova in oggetto sarà effettuata quando all'APPALTATORE è richiesto di effettuare lavori di compattazione sul fondo dello scavo.
La prova sarà eseguita su ogni singolo scavo, se di dimensioni inferiori a 1000 m2. o su lotti di scavo di 1000 m^2.

1.5.3) Scavi di fondazione o in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come gli scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Art. 1.5.4) Scavi a sezione ristretta

Fatto salvo quanto già specificato al capitolo "disposizioni tecniche riferite all'appalto" che qui si intende interamente richiamato, sono denominati i movimenti terra eseguiti generalmente all'aperto con particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi chiusi ed occorrenti per l'impianto di opere d'arte;

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subveriticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

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

Se gli scavi di fondazione dovessero essere eseguiti, ove ragioni speciali lo richiedessero, con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, in tal caso non sarà computato né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito, né il conseguente maggior volume di riempimento.

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

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

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 17/01/2018.

I sistemi per l'allontanamento dell'acqua dagli scavi dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

L'impresa provvederà a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà a sua cura e spesa, adempiere agli obblighi previsti dalle norme vigenti in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

1.5.5) Controlli sui rinterri

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli è il P.C.Q. completo delle relative schede per il controllo delle attività.

Per le terre trattate a calce, oltre a quanto previsto di seguito, si dovrà fare riferimento a quanto richiesto nell'annesso al presente documento.

Controlli sui materiali

Sono richiesti i seguneti controlli:

Prima della posa in opera dei materiali da utilizzare dovrà essere controllato che essi appartengano alle classi ritenute idonee per il tipo di rinterro da effettuare. Il controllo dovrà essere effettuato con le seguenti frequenze minime:

- materiale proveniente da scavo:
  una prova ogni 3.000 mc.

- materiale proveniente da cava:
  non si effettueranno prove in campo ma il materiale dovrà provenire da cava qualificata dall'APPALTATORE e accompagnato da relativo certificato (per ogni lotto omogeneo di materiale) emesso dalla cava, attestante la specifica ed i controlli sulla qualità del materiale in accordo alle procedure di C.Q. Il controllo sulla tipologia del materiale si ridurrà quindi al controllo del certificato

- Controllo della densità secca:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che la massima densità secca raggiunta sia almeno pari a quella richiesta per ciascuna tipologia di opera in terra.
Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato

- Controllo del modulo di deformazione:

Dopo la compattazione si dovrà controllare che il modulo di deformazione raggiunto e il valore del coefficiente K siano almeno pari a quelli rispettivamente richiesti per ciascuna tipologia di opera in terra.

Per ciascuno strato di bonifica, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 1000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato; per ciascuno strato di riempimento di scavi, dovrà essere eseguita almeno 1 prova ogni 2000 mc, e comunque almeno 1 prova per ogni strato di materiale compattato.

- Controllo dello spessore degli strati:

Si dovrà misurare lo spessore dello strato di materiale da compattare (materiale sciolto) e controllare che siano rispettati i valori previsti nei paragrafi precedenti.
Il controllo dovrà essere effettuato per ogni strato steso e almeno ogni 200 m.

1.5.6) Controlli sui materiali riciclati da rifiuti speciali

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche gia stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneita dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidita ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (UNI 13286);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalita previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilita al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles;. sara ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sara effettuata una prova ogni 500 mc di materiale da porre in opera.

Prove in sito
Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

Sara effettuata una prova ogni 500 mc di materiale posto in opera

1.5.7) Rinterri

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento

tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

Art. 1.6
DEMOLIZIONI

1.6.1) Premessa progettuale

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione si procederà all'analisi ed alla verifica della struttura da demolire verificando in particolare:

- la localizzazione; la destinazione funzionale; l'epoca a cui risale l'opera; i materiali costruttivi dell'opera; la presenza di impianti tecnologici; la tipologia costruttiva dell'opera.

Analizzate le opere del manufatto sarà necessario definirne l'entità della demolizione e le condizioni ambientali in cui si andrà ad operare, in base a:

- dimensione dell'intervento; altezza e dimensione in pianta dei manufatti da demolire; ambiente operativo; accessibilità del cantiere; spazio di manovra; presenza di altri fabbricati.

1.6.2) Demolizione manuale e meccanica

La demolizione dovrà avvenire con l'utilizzo di attrezzature e macchine specializzate:

- attrezzi manuali,
- macchine di piccole dimensioni adatte ad esempio per ambienti interni (demolizione manuale),
- macchine radiocomandate se in ambienti ostili (demolizione meccanica),
- grandi macchine munite di appositi strumenti di frantumazione o taglio.

In ampi spazi sarà possibile l'uso di escavatori a braccio alto (high reach) per la demolizione di strutture di notevole altezza, o di escavatori da demolizione per strutture meno estese verticalmente.

Tutti gli attrezzi e le macchine, a prescindere dal tipo di controllo (manuale o meccanizzato), dovranno essere in ottimo stato di efficienza e manutenzione e rispettare i requisiti di sicurezza richiesti dalle norme UNI di riferimento (UNI EN ISO 11148).

Salvo l'osservanza delle Leggi e dei Regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per

spinta. La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti. Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi. Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolose per i lavoratori addetti.

Art. 1.6.3) Strutture e manufatti

Le demolizioni di strutture e manufatti in muratura di qualsiasi genere e/o cls (armati e non), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

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

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;

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

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

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

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri NON dovranno essere tagliati se non preventivamente richiesto dalla DL.

Dei materiali di risulta potranno essere reimpiegati quelli ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

Art. 1.6.4) Rimozioni

Risultano a completo carico dell'Impresa le rimozioni intese come:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti, cancelli metallici e ringhiere disposte lungo l'area sulla quale intervenire;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione, eventualmente interferenti con le lavorazioni;
- lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc.,

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili.

Nel prezzo pattuito a corpo sono compresi gli oneri per il ripristino finale delle porzioni rimosse.

Art. 1.7
RILEVATI

Si definiscono con il termine "rilevati" tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, il piano d'imposta delle pavimentazioni nonché tutte le sistemazioni esterne fino al piano delle quote finite. Le caratteristiche geometriche di tali opere saranno quelle del progetto.

L'uso di materiali diversi da quelli indicati sarà consentito soltanto sa espressamente previsti in progetto.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme UNI EN 13285 e UNI EN ISO 14688-1 e il loro utilizzo andrà fatto nel rispetto delle norme vigenti e delle disposizioni del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e del d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa, per ogni zona di provenienza, deve procedere a qualificare le terre da impiegare attraverso una campagna di indagine corredata dei risultati di prove di laboratorio.

1.7.1) Preparazione del Piano di posa del Rilevato

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

1.7.2) Posa in opera

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Per evitare disomogeneità dovute alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere la più omogenea possibile.

In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), con strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli stratipendenza trasversale non inferiore al 1 %.

In presenza di paramenti di massicci in terra rinforzata o di muri di sostegno, in genere, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato.

Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore ai seguenti limiti: 30 cm

In ogni caso, la terra non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 300 mm (100 mm nell'ultimo metro); questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo o frantumati, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento

esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo (±15/20%) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme;

a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'Appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

1.7.3) Protezione

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

1.7.4) Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti, non sarà consentita in linea generale,

fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nella esecuzione di porzioni di rilevati non stradali con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati. che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

Art. 1.8
OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

1.8.1) Generalità

Impasti di Calcestruzzo

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

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

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

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

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206.

Controlli sul Calcestruzzo

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M.

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Resistenza al Fuoco

Le verifiche di resistenza al fuoco potranno eseguirsi con riferimento a UNI EN 1992-1-2.

1.8.2) Norme per il cemento armato normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto

nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Armatura delle travi

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad Ast = 1,5 b mm^2/m essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Armatura dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di ¼ del diametro massimo delle barre longitudinali.

Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al punto 11.3.2.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per barre di diametro Ø>32 mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670 "Esecuzione di strutture di calcestruzzo".

1.8.3) Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi

strettamente a tutte le disposizioni contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nelle norme tecniche vigenti (UNI EN 1991-1-6).

Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza del d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 1.9
STRUTTURE IN ACCIAIO

1.9.1) Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;
b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore t < 4 mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore t = 3mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

Acciaio incrudito

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

Problematiche specifiche

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

- Preparazione del materiale,
- Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,

- Impiego dei ferri piatti,
- Variazioni di sezione,
- Intersezioni,
- Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,
- Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,
- Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,
- Collegamenti saldati,
- Collegamenti per contatto,

si può far riferimento a normative di comprovata validità.

Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovraspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

Controlli in Corso di Lavorazione

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la

Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrasollecitate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

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

Prove di Carico e Collaudo Statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

1.9.2 Acciaio per calcestruzzo armato

Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al punto 11.3.1.7. del D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Reti e tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare,

nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: 6 mm d = <16 mm.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro (d) che rispetta la limitazione: 5 mm d = <10 mm.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi.

Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, verificherà la presenza della predetta etichettatura.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e secondo quanto disposto al punto 11.3.2.12 del D.M. 17 gennaio 2018 devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

Il prelievo dei campioni va effettuato alla presenza del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.

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 punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018, 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.

1.9.3 LAVORI IN FERRO

Il ferro e l'acciaio dolce delle qualità prescritte all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" dovranno essere lavorati diligentemente, con maestria, regolarità di forme, precisione di dimensione, e con particolare attenzione nelle saldature e bullonature. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentassero il più leggero indizio d'imperfezione.

Per le ferramenta di qualche rilievo, I'Impresa dovrà preparare e presentare alla Direzione dei Lavori un campione, il quale, dopo approvato dalla Direzione dei Lavori stessa, dovrà servire da modello per tutta la provvista.

Per tutti i lavori in ferro, salvo contrarie disposizioni della Direzione dei Lavori, dovrà essere eseguita la coloritura a due mani di minio e a due mani successive ad olio di lino cotto con biacca e tinta a scelta.

Per i ferri da impiegare nella costruzione di opere in cemento armato vengono richiamate le norme contenute nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nel D.M. 17 gennaio 2018, avvertendo che la lavorazione dovrà essere fatta in modo che l'armatura risulti esattamente corrispondente per dimensioni ed ubicazione, alle indicazioni di progetto.

1.9.4 Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte

Acciai laminati

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte

comprendono:
Prodotti lunghi
- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U
Prodotti piani
- lamiere e piatti
- nastri
Profilati cavi
- tubi prodotti a caldo
Prodotti derivati
- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

Acciaio per strutture saldate
Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 11.3.4.1 del D.M. 17 gennaio 2018, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1 del citato decreto.

Acciaio per getti
Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293.
Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

Processo di saldatura
La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. 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 ISO 9606-1 da parte di un Ente terzo. Ad integrazione di quanto richiesto nella norma UNI EN ISO 9606-1, 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 ISO 14732.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

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; 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 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.

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 adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817 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 ISO 17635.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712 almeno di secondo livello.

Bulloni e chiodi

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:
- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, possono essere applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

Bulloni "non a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1.
In alternativa anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.
Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

Tabella 1

<table>
<tr><th>Viti</th><th>Dadi</th><th>Rondelle</th><th>Riferimento</th></tr>
<tr><td>Classe di resistenza
UNI END ISO 898-1</td><td>Classe di resistenza
UNI END ISO 898-2</td><td>Durezza</td><td></td></tr>
<tr><td>4.6</td><td rowspan="2">4; 5; 6 oppure 8</td><td rowspan="4">100 HV min.</td><td rowspan="6">UNI EN 15048-1</td></tr>
<tr><td>4.8</td></tr>
<tr><td>5.6</td><td rowspan="2">5; 6 oppure 8</td></tr>
<tr><td>5.8</td></tr>
<tr><td>6.8</td><td>6 oppure 8</td></tr>
<tr><td>8.8</td><td>8 oppure 10</td><td rowspan="2">100 HV min
oppure 300 HV min.</td></tr>
<tr><td>10.9</td><td>10 oppure 12</td></tr>
</table>

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella sotto riportata.

Tabella 2

Classe	**4.6**	**4.8**	**5.6**	**6.8**	**8.8**	**10.9**
$f_{yb\ (N/mm^2)}$	240	320	300	480	640	900
$f_{tb\ (N/mm^2)}$	400	400	500	600	800	1000

Bulloni "a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'Precaricate' si applica quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1.
Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come nella seguente tabella

<table>
<tr><th rowspan="2">Sistema</th><th colspan="2">Viti</th><th colspan="2">Dadi</th><th colspan="2">Rondelle</th></tr>
<tr><th>Classe di resistenza</th><th>Riferimento</th><th>Classe di resistenza</th><th>Riferimento</th><th>Durezza</th><th>Riferimento</th></tr>
<tr><td rowspan="2">HR</td><td>8.8</td><td>UNI EN 14399-1</td><td>8</td><td>UNI EN 14399-3</td><td rowspan="3">300-370 HV</td><td rowspan="3">UNI EN 14399 parti 5 e 6</td></tr>
<tr><td>10.9</td><td>UNI EN 14399-3</td><td>10</td><td>UNI EN 14399-3</td></tr>
<tr><td></td><td>10.9</td><td>UNI EN 14399-4</td><td>10</td><td>UNI EN 14399-4</td></tr>
</table>

Procedure di controllo su acciai da carpenteria

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante 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 o del fabbricante 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 preleva- ti, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate;
- Lamiere grecate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate;
- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati;
- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera.

1.10 TIRANTI CON BARRE DYWIDAG

I tiranti in barre a filettatura continua DYWIDAG costituiscono un sistema attivo secondo le norme DIN 4125 e EN 1537. Tali barre posso venire utilizzate per diversi impieghi, nello specifico, saranno utilizzati come tiranti passivi, ancorati ai paramenti verticali delle spalle del nuovo ponte su via dell'argine; nello specifico, la soluzione adottata assicura la stabilità al ribaltamento della paratia prevista a sostegno del pulvino di appoggio della nuova struttura di attraversamento.

Le barre da utilizzare avranno diametro pari a 26.5 mm, saranno disposte su due file parallele, ad interasse pari a 1.4 m, per un totale di 16 tiranti per ognuna delle due spalle.

Dette barre saranno corredate di appositi accessori, quali piastre di ancoraggio da applicare sulle due testate, delle dimensioni pari a 150 x 150 x 35 mm.

Inoltre le barre saranno provviste di apposita guaina protettiva per la protezione del tratto interrato.

Le caratteristiche delle barre dywidag sono riassunte nella seguente tabella.

Tiranti a barre DYWIDAG a filettatura continua

Acciaio da precompressione DYWIDAG Y1050H

Diametro nominale Ø [mm]	Tensione snervamento / tensione rottura $f_{p0.1k}/f_{pk}$ [N/mm²]	Sezione trasversale A [mm²]	Carico snervamento $F_{p0.1k}$ [kN]	Carico ultimo F_{pk} [kN]	Peso [kg/m]	Peso DCP [kg/m]	Omologazione
26.5	950/1,050	552	525	580	4.48	7.4	○ ×
32	950/1,050	804	760	845	6.53	9.8	○ ×
36	950/1,050	1,018	960	1,070	8.27	12.3	○ ×
40	950/1,050	1,257	1,190	1,320	10.21	14.0	○ ×
47	950/1,050	1,735	1,650	1,820	14.10	20.0	×

1.11 TERRA RINFORZATA A PARAMENTO VEGETATO

a) Con geogriglie
b) Con griglia e armatura metallica
c) Con rete metallica a doppia torsione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di 70° per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento - rivestimento verso l'esterno con una stuoia sintetica o biodegradabile che trattenga il suolo consentendo la radicazione delle piante erbacee;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 40 g/m^2, collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee (10pz. x m lineare per ogni strato) o piante radicate in quantità minima di 1 ogni m^2, che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.
- realizzazione di sistemi di drenaggio che non impediscano però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione importante per dare completezza naturalistica a questo tipo di interventi. Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a: verifica di stabilità interna e composta in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione e deformazione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo 0,35 m mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95 % dello standard Proctor.

a) con geogriglie: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geogriglie costituite da polimeri di varia natura (poliestere, polivinilalcool, poliaramide, polietilene e polipropilene) e aventi struttura piana con una distribuzione regolare delle dimensioni della maglia. Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare, oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (da definire mediante calcolo e comunque non inferiore a 25 kN/m) e deformazione massima a rottura non superiore al 13% (UNI EN ISO 10319) compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale (basato su un fattore di riduzione fm (fattore di sicurezza complessivo di una geogriglia per il rinforzo dei terreni) sul materiale di rinforzo non superiore a 2) che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere identificate in accordo con gli Standard di qualità conformi alle norme

vigenti. Le geogriglie dovranno avere il marchio CE in conformità alle norme, rilasciato da un organismo accreditato. Le geogriglie dovranno inoltre essere certificate dall'ITC (Istituto per le Tecnologie della Costruzione), dal BBA (British Board Agreement) o altro equivalente istituto accreditato per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni. La geogriglia, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene risvoltata attorno alla facciata chiudendo frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili o da cassieri in rete elettrosaldata fissi, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego delle geogriglie, aventi maglia aperta, è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati alla geogriglia, geostuoie tridimensionali d'obbligo su terre rinforzate spondali, biostuoie in fibra vegetale o geosintetici a maglia aperta.

b) con griglia e armatura metallica: le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, a aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5x45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici.

c) con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 70°) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione conforme alle Linee guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con maglia esagonale minima 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3), tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo 2,2 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab. 2) e successivo rivestimento plastico (conforme alle UNI EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale 0,4 mm e diametro complessivo del filo 3,2 mm, avente resistenza nominale non inferiore a 35 kN/m; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a un biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante.

Non sono necessarie manutenzioni specifiche ad esclusione della sostituzione delle piantine non attecchite e della ripetizione delle operazioni di idrosemina in caso di fallanza. L'opera può essere messa in crisi da svuotamenti accidentali dei vari strati di terreno compreso tra i fogli di rete, per cedimento delle biostuoie o per incendio del paramento.

1.12 IDROSEMINA

Rivestimento di superfici estese più o meno acclivi mediante spargimento meccanico per via idraulica a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina eseguita in un unico passaggio contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo; la quantità varia a seconda del tipo di collante, per collanti di buona qualità sono sufficienti piccole quantità pari a circa 10 g/m^2;
- concime organico e/o inorganico in genere in quantità tali da evitare l'effetto "pompaggio" iniziale e successivo deficit delle piante;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti, fertilizzanti e inoculi.

L'esecuzione dovrà prevedere:

- ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici;
- spargimento della miscela in un unico strato.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-60 g/m^2).

La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

Art. 1.13
SCOGLIERA DI MASSI ALLETTATA NEL CALCESTRUZZO

Formazione di scogliera in grossi massi ciclopici rinverdita, di rivestimento e difesa di scarpate spondali, realizzata mediante:

- sagomatura dello scavo, regolarizzazione del piano di appoggio con pendenza non superiore a 35° (40°);
- eventuale stesa di geotessile sul fondo di peso non inferiore a 400 g/m^2 con funzione strutturale di ripartizione dei carichi e di contenimento del materiale sottostante all'azione erosiva;
- realizzazione del piede di fondazione con materasso o taglione (altezza di circa 1.0 m e interramento di circa 1,0 m al di sotto della quota di fondo alveo) in massi, ad evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilitazione del pietrame in elevazione. Il materasso di fondazione deve essere realizzato prevedendo eventuali soglie di consolidamento costruite sempre con grossi massi se del caso cementati, o anche con la realizzazione di piccoli repellenti;
- realizzazione della massicciata in blocchi di pietrame per uno spessore di circa 1,00 m, inclinati e ben accostati, eventualmente intasati nei vuoti con materiale legante (al di sotto della linea di portata media annuale) oppure legati da fune d'acciaio. I blocchi devono avere pezzatura media non inferiore a 0,4 m^3 e peso superiore a 5-20 q, in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente d'acqua e della forza di trascinamento. Le pietre di dimensioni maggiori vanno situate nella parte bassa dell'opera. Nel caso che il pietrame venga recuperato nell'alveo, è necessario fare in modo che non venga alterata eccessivamente la struttura fisica dello stesso (dimensione media del pietrame di fondo, soglie naturali, pendenza);
- intasamento, durante la posa, con calcestruzzo steso a strati successivi in modo che le pietre dovranno risultare allettate nel calcestruzzo. Non si accettano soluzioni con massi intasati con calcestruzzo solo successivamente alla posa del calcestruzzo medesimo.

Art. 1.14
TAGLIO DI ELEMENTI STRUTTURALI

Il taglio di elementi in cemento armato, pietra, muratura e simili, deve consentire la demolizione di elementi evitando il traferimento delle vibrazioni.

Il taglio dovrà essere effettuato con macchine idonee e con requisiti di sicurezza conformi alla norma UNI EN 12418, dotate di filo o disco diamantato e/o carotaggio e potranno essere utilizzate anche per l'apertura di porte, finestre e simili, di rostri, monoliti, diaframmi divisori, ecc.

Il taglio servirà per ottenere con massima precisione prevalentemente tagli non circolari, contrariamente al carotaggio, di qualsiasi materiale e spessore. Con il taglio-filo e il pantografo si potranno ottenere anche tagli semicircolari per l'esecuzione di tagli ad arco.

Art. 1.15
TAGLIO CON CAROTATRICI

La realizzazione di fori passanti (carotaggio) potrà essere eseguita per le seguenti casistiche:

- per il collegamento tra elementi strutturali
- per il sovralzo di muri di calcestruzzo
- per il sovralzo di muri in pietrame
- per il collegamento di elementi strutturali o di rivestimento al substrato roccioso

Le operazioni dovranno garantire assenza di vibrazioni dannose e di polvere, operatività anche in posizioni difficili ed in ambienti angusti, perforazioni anche su strutture di forte spessore e buona precisione.

CAPITOLO 1.16

CARREGGIATA

Art. 1.16.1
PREMESSA

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni e ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato);
- sovrastruttura, così composta:
  1) strato di fondazione;
  2) strato di base;
  3) strato di collegamento (ovvero binder);
  4) strato di usura (o tappetino).

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettifilo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5÷2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0÷5,0%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia della Stazione Appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi Laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Controllo dei requisiti di accettazione

L'Appaltatore ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione.

L'Appaltatore è poi tenuto a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione dei Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Dopo che la Direzione dei Lavori ha accettato la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a ± 5% e di sabbia superiore ± 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1,5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 0,3%.

Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione dei Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Art. 1.16.2
PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei Lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tale scopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni, ai fini della loro possibilità d'impiego e delle relative modalità, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Art. 1.16.3
COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO

A) Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

a) per le terre sabbiose o ghiaiose si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente punto a);
c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

B) Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:

a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;
b) per le terre limose, in assenza di acqua, si procederà come indicato al punto a);
c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del Capo A).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

Art. 1.16.4
MODIFICAZIONE DELLA UMIDITA' IN SITO

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei Lavori, altro materiale idoneo asciutto o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite del ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottimale ottenuta in laboratorio, dovrà raggiungersi il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

Art. 1.16.5
FONDAZIONI

La fondazione sarà costituita dalla miscela del tipo approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei Lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature usate. Il sistema di lavorazione e miscelazione del materiale potrà essere modificato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegata. Durante il periodo di costipamento dovranno essere integrate le quantità di acqua che evaporano per vento, sole, calore, ecc.

Il materiale da usarsi dovrà corrispondere ai requisiti di cui al punto "*Prescrizioni per la Costruzione di Strade con Sovrastruttura in Terra Stabilizzata*" e dovrà essere prelevato, ove sia possibile, sul posto.

L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3°C.

Qualsiasi area che risultasse danneggiata, per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascun strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

Art. 1.16.6
OPERAZIONI PRELIMINARI

L'area sulla quale dovranno costruirsi le fondazioni dovrà essere sistemata come indicato nell'articolo "*Preparazione del Sottofondo*".

Le buche lasciate nel terreno di impianto dopo l'estirpazione delle radici saranno riempite con cura ed il materiale di riempimento dovrà essere costipato fino a raggiungere una densità uguale a quella delle zone adiacenti.

Art. 1.16.7
FONDAZIONE IN PIETRAME E CIOTTOLAMI

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolame entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di metri 15, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.

Ove la Direzione dei Lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia si provveda alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito

in economia (qualora non esista all'uopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'Impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindratura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o al pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora, per la natura del terreno di sottofondo e le condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a 10 cm.

Art. 1.16.8
FONDAZIONE IN GHIAIA O PIETRISCO E SABBIA

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo e che, per le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) non danneggi la qualità dello strato stabilizzato, il quale dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore in caso di danni di questo tipo.

Le cilindrature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare a contatto con l'acqua.

Art. 1.16.9
STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO

Le massicciate tanto se debbano svolgere la funzione di diretta pavimentazione, quanto se debbano servire a sostegno di ulteriori strati con trattamenti protetti, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima nell'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*", lettera e), o dimensioni convenientemente assortite, secondo quanto disposto dalla Direzione dei Lavori o specificato nell'Elenco Prezzi.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

Alla Direzione dei Lavori è riservata la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Il materiale di massicciata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche sui bordi della strada o in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettifilo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato nell'articolo "*Dimensioni, Forma Trasversale e Caratteristiche della Strada*", e nelle curve il profilo che ai sensi dello stesso articolo sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata stradale dovranno soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al «Fascicolo n. 4» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, edizione 1953.

Per la formazione della massicciata il materiale, dopo la misura, deve essere steso in modo regolare ed uniforme, ricorrendo alle comuni carriole o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

Qualora la massicciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature,

mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

Art. 1.16.10
CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE

Salvo quanto è detto all'articolo "*Massicciata a Macadam Ordinario*" per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrature da eseguire per preparare la massicciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.

Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14 e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Appaltatore con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte della Stazione Appaltante).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Appaltatore dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massicciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrature queste vengono distinte in 3 categorie:

1° *di tipo chiuso*;

2° *di tipo parzialmente aperto*;

3° *di tipo completamente aperto*;

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrature in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito, e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione, pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza dei materiali prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, all'uopo prescritte nell'articolo "*Prescrizioni per la Costruzione di Strade con Sovrastruttura in terra stabilizzata*"; il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente all'applicazione del trattamento in penetrazione, come è indicato nel citato articolo.

Art. 1.16.11
MASSICCIATA A MACADAM BITUMINOSO MESCOLATO IN POSTO

Quando la particolare natura dei materiali a disposizione e l'economia generale dell'opera lo suggerisca, al comune strato superiore di soprastruttura a macadam (massicciata), di cui fosse previsto il finimento con trattamento protetto, può sostituirsi una massicciata costruita con materiale lapideo granulometricamente assortito, mescolato in posto con legante bituminoso.

A tale scopo, approvvigionati i materiali miscelabili tali da realizzare una curva granulometrica continua a partire dagli aggregati fini sino al massimo pietrisco passante al vaglio di 60 mm, si provvederà al loro ammannimento lungo la strada: dopo di che, a mezzo di apposito macchinario, si procederà al mescolamento dell'aggregato con emulsione bituminosa in quantità dal 6 all'8% in peso dell'aggregato asciutto o con bitume flussato in ragione dal 3 al 5% in peso. Eseguito il mescolamento si procederà a scopare e pulire accuratamente il primo strato della massicciata (comunque costituito o con ossatura di sottofondo cilindrata o con materiale granulare misto) già in precedenza sottoposto a traffico e su di esso si procederà allo spandimento di 0,800 kg/m² di emulsione bituminosa che non si rompa subito in superficie.

Dopo effettuata tale spalmatura d'ancoraggio, il materiale miscelato verrà steso a mezzo di apposita macchina livellatrice e rullato con adatto compressore in modo che a cilindratura ultimata si costituisca uno strato omogeneo di spessore non inferiore a 8 cm dopo compresso. Aperta poi definitivamente al traffico la strada, dopo alcune settimane si procederà al trattamento di sigillo con 1,5 kg di emulsione al 55% con l'aggiunta di pietrischetto da 5 a 15 mm e rullatura leggera, ovvero con 0,800 kg di bitume a caldo e 10 litri di pietrischetto.

Art. 1.16.12

MASSICCIATA IN MISTO GRANULOMETRICO A STABILIZZAZIONE MECCANICA

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo di argilla da 0,074 mm sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.

La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limite che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo, in condizioni particolari secondo rilievi di laboratorio, alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzia che né la sovrastruttura si disgreghi, né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, ed in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 e ad un C.B.R. saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico mediante la prova di punzonamento C.B.R. (California bearing ratio) su campione compattato preventivamente col metodo Proctor.

Il materiale granulometrico - tanto che sia tout-venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla - dovrà essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procederà al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante motograders ed alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi, dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali, si compatterà lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'Appaltatore sarà tenuto a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima ed umidità ottima (prove di Proctor), portanza (C.B.R.) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.

Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori dovrà essere dotato di:

a) una serie di setacci per i pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie A.S.T.M. 10, 20, 40, 80, 140, 200;
b) un apparecchio Proctor completo;
c) un apparecchio par la determinazione della densità in posto;
d) una stufetta da campo;
e) una bilancia tecnica, di portata di 10 kg ad approssimazione di un grammo.

Art. 1.16.13
RETE A MAGLIE SALDATE IN ACCIAIO PER ARMATURE DI FONDAZIONI O PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

A 5 cm dal piano finito della pavimentazione o fondazione del conglomerato cementizio, sarà fornita e posta in opera una rete metallica avente le caratteristiche appresso indicate.

Lo spessore dei singoli fili nonché le dimensioni delle maglie verranno fissate dalla Direzione dei Lavori. Per la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, si fissano i limiti da 75 mm a 300 mm.

La rete sarà costituita da barre di acciaio ad alta resistenza conformi ai punti 11.3.1 e 11.3.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive dovranno essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

La rete verrà contabilizzata e liquidata in base al peso effettivo del materiale impiegato. Nel prezzo relativo di elenco sono compresi tutti gli oneri di fornitura del materiale, l'esecuzione della rete, la sua posa in opera, ganci, trasporti, sfridi e tutto quanto altro occorra.

Art. 1.16.14
PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIATE CILINDRATE

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti

bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei Lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata.

Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.

Per leganti a caldo, peraltro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

Art. 1.16.15
EVENTUALI DELIMITAZIONI E PROTEZIONE DEI MARGINI DEI TRATTAMENTI BITUMINOSI

Nella prima esecuzione dei trattamenti protetti a base di leganti, quando la Direzione dei Lavori lo richieda e ciò sia contemplato nel prezzo di elenco, l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro delimitazione lungo i margini con un bordo di pietrischetto bituminato della sezione di 5 X 8 cm.

A tale scopo, prima di effettuare la pulitura della superficie della massicciata cilindrata che precede la prima applicazione di leganti, verrà, col piccone, praticato un solco longitudinale, lungo il margine della massicciata stessa, della profondità di circa 5 cm e della larghezza di circa 8 cm.

Ultimata la ripulitura ed asportati i materiali che avessero eventualmente ostruito il solco, si delimiterà con quest'ultimo, in aderenza al margine della massicciata, il vano che dovrà riempirsi con pietrischetto bituminato, mediante regoli aventi la faccia minore verticale e sufficientemente sporgenti dal suolo, i quali saranno esattamente collocati in modo da profilare nettamente il bordo interno verso l'asse stradale.

Riempito quindi il vano con pietrischetto bituminato, si procederà ad un'accurata battitura di quest'ultimo mediante sottili pestelli metallici di adatta forma, configurando nettamente la superficie superiore del cordolo all'altezza di quella della contigua massicciata.

Si procederà dopo al previsto trattamento di prima applicazione, coprendo anche la superficie del cordolo, dopo di che, con le riportate norme relative ai vari trattamenti, si provvederà allo spargimento di graniglia ed alla successiva bitumatura.

La rimozione dei regoli di contenimento del bordo non verrà fatta se prima quest'ultimo non abbia raggiunto una sufficiente consistenza tale da evitarne la deformazione.

Prima dell'esecuzione, a rincalzo del bordo verso l'esterno, verrà adoperato il materiale detritico proveniente dall'apertura del solco.

Il pietrischetto da impiegarsi per il bordo sarà preparato preferibilmente a caldo: è ammesso, peraltro, anche l'impiego di materiale preparato con emulsioni bituminose, purché la preparazione sia fatta con qualche giorno di precedenza e con le debite cure, in modo che i singoli elementi del pietrischetto risultino bene avviluppati da bitume già indurito e che la massa sia del tutto esente da materie estranee e da impurità.

Art. 1.16.16
TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE

La preparazione della superficie stradale dovrà essere effettuata come prescritto dall'articolo "*Preparazione della Superficie delle Massicciate Cilindrate*".

La prima applicazione di emulsione bituminosa sarà fatta generalmente a spruzzo di pompe a piccole dimensioni da applicarsi direttamente ai recipienti, eccezionalmente a mano con spazzoloni di piassava, regolando comunque l'uniformità della stesa del legante; rinunciandosi, ormai, quasi sempre, per avere una sufficiente durata del manto, al puro trattamento superficiale semplice, ed effettuandosi, quindi, una vera e propria, sia pur limitata, semipenetrazione parziale (onde il nome di trattamento superficiale ancorato), non si dovrà mai scendere, nella prima mano, sotto 3 Kg/m² e dovranno adoperarsi emulsioni al 55% sufficientemente viscose. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento sia allentata la rottura

dell'emulsione perché esso spandimento risulti favorito: e quindi, ove nella stagione calda la massicciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Di norma, in luogo di procedere alla stesa dell'emulsione in un sol tempo, tanto per evitare dispersione di legante nella massicciata quanto per assicurarsi che la massicciata sia stata ben cilindrata a fondo, senza che si faccia assegnamento sull'azione del legante per ovviare a difetti di frettolosa cilindratura, e soprattutto onde ottenere che già si costituisca una parte di manto di usura, si suddividerà in due successivi spandimenti la prima mano: spandendo in un primo tempo 2 kg di emulsione per metro quadrato di superficie di carreggiata e praticando subito dopo un secondo spandimento di 1kg di emulsione facendo seguire sempre ai trattamenti una leggera cilindratura. La quantità complessiva di graniglia di saturazione delle dimensioni da 10 a 15 mm per la prima stesa e di 5 mm circa per la seconda mano, salirà ad almeno 20 litri per metro quadrato per i due tempi e di ciò si terrà conto nel prezzo. Aperta la strada al traffico, dopo i due tempi, l'Appaltatore dovrà provvedere perché per almeno otto giorni dal trattamento il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo se del caso ad aggiunta di pietrischetto.

Dopo otto giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (spalmatura che costituirà il manto di usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto all'occorrenza ad un'accurata rappezzatura della già fatta applicazione ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà preferibilmente eseguita con pietrischetto bituminato.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà non minore di 1,2 kg/m² salvo maggiori quantitativi che fossero previsti nell'elenco dei prezzi.

Allo spandimento dell'emulsione seguirà - immediatamente dopo o con un certo intervallo di tempo, a seconda della natura dell'emulsione stessa - lo spargimento della graniglia (normale o pietrischetto) di saturazione della dimensione di circa 8 mm della quantità complessiva di circa un metro cubo per ogni 100 m² di carreggiata e lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem.

Detto pietrischetto o graniglia proverrà prevalentemente da idonee rocce di natura ignea comunque aventi resistenza alla compressione non inferiore a 1500 Kg/cm², coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente di qualità non inferiore a 14.

I quantitativi di emulsione bituminosa e di graniglia potranno variare all'atto esecutivo con susseguente variazione dei prezzi. E' tassativamente vietato il reimpiego del materiale proveniente dalla prima mano rimasto libero che viene raccolto mediante scopatura del piano viabile prima dell'applicazione della seconda mano.

Nella pezzatura della graniglia si dovrà essere assolutamente esigenti evitando il moniglio così da avere una superficie sufficientemente scabra a lavoro finito. Lo spandimento del materiale di ricoprimento dovrà preferibilmente essere fatto con macchine che assicurino una distribuzione perfettamente uniforme.

Il quantitativo di materiale bituminoso sparso verrà controllato per confronto della capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Si compileranno comunque, secondo le disposizioni che impartirà la Direzione dei Lavori, verbali e rapportini circa i fusti giunti in cantiere, il loro peso medio accertato, il loro essere più o meno pieni, e il peso dei fusti vuoti dopo l'uso.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno campioni che saranno avviati ai laboratori per le occorrenti analisi e prove.

Indipendentemente da quanto potrà risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benestare della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Appaltatore resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato sufficienti risultati e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segno di rammollimenti, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

Art. 1.16.17
TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO E LA SECONDA CON BITUME A CALDO

Per la preparazione della superficie stradale e per la prima applicazione di emulsione bituminosa a semipenetrazione valgono tutte le norme stabilite dall'articolo "*Trattamenti Superficiali Ancorati Eseguiti con Emulsioni Bituminose*".

La Direzione dei Lavori potrà egualmente prescrivere l'applicazione del primo quantitativo di emulsione suddividendo i 3 kg (o altra maggiore quantità che fosse prescritta) in due tempi con conseguente aumento di materiale di copertura.

L'applicazione del bitume a caldo per il trattamento superficiale sarà fatta con bitume in ragione di 1 kg/m² e sarà preceduta da un'accurata ripulitura del trattamento a semipenetrazione, la quale sarà fatta

esclusivamente a secco e sarà integrata, se del caso, dagli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, da eseguirsi di norma con pietrischetto bitumato.

Detta applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco. Si dovrà quindi tenere presente che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre (salvo un ottobre particolarmente caldo); che se la superficie stradale è troppo fredda ed umida non si ottiene aderenza del legante; che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi. Condizione ideale sarebbe che la temperatura della strada raggiungesse i 40 °C.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura tra i 160 °C e 180 °C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

Il controllo della temperatura dovrà essere rigoroso per non avere, per insufficiente riscaldamento, una fluidità ovvero, per un eccessivo riscaldamento, un'alterazione del bitume che ne comprometta le qualità leganti.

L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione, quanto mediante spanditrici a semplice erogazione; nel qual caso l'opera di regolazione dello spandimento si compirà mediante spazzole e successivo finimento con scope a mano. In ciascun caso, il metodo di spandimento impiegato e le relative operazioni complementari dovranno essere tali da garantire la distribuzione uniforme su ogni m² del quantitativo di bitume prescritto.

La superficie della massicciata così bitumata dovrà essere subito saturata con spandimento uniforme di graniglia normale o pietrischetto scelto e pulito delle dimensioni di circa 13 mm, provenienti da rocce molto dure, prevalentemente di natura ignea, e comunque provenienti da rocce aventi resistenza non inferiore a 1500 kg/cm², coefficiente di frantumazione non superiore a 125, avente un coefficiente di Deval non inferiore a 14. Il quantitativo da impiegarsi dovrà essere di 1,2 m³ per ogni 100 m² di massicciata trattata. Allo spandimento dovrà farsi seguire subito una rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle 14 t per far penetrare detto materiale negli interstizi superficiali della massicciata trattata e comunque fissarlo nel legante ancor caldo e molle.

Il trattamento superficiale sarà nettamente delimitato lungo i margini mediante regoli come per i trattamenti di seconda mano per emulsioni.

Il controllo del materiale bituminoso si farà mediante confronto tra la capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni da sottoporsi alle necessarie analisi.

Verificandosi durante il periodo di garanzia e comunque fino al collaudo affioramenti di bitume sulla massicciata, l'Appaltatore provvederà, senza alcun ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incoporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da saturarlo compiutamente, curando che non avvengano modifiche di sagoma.

L'Appaltatore sarà tenuto a rinnovare a tutte sue spese durante il periodo di garanzia quelle parti di pavimentazioni che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè dessero luogo ad accertate deformazioni della sagoma stradale, ovvero a ripetute abrasioni superficiali ancor se causate dalla natura ed intensità del traffico, od a scoprimento delle pietre.

Nelle zone di notevole altitudine nelle quali, a causa della insufficiente temperatura della strada, la graniglia non viene ad essere compiutamente rivestita dal bitume, si esegue il trattamento a caldo adoperando graniglia preventivamente oleata.

Pulita accuratamente la superficie stradale preferibilmente mediante soffiatori meccanici, il bitume di penetrazione 110 ÷ 150 previamente riscaldato alla temperatura di 180 °C viene spruzzato sulla massicciata nella quantità da 0,900 kg a 1 kg/m²; successivamente vengono distesi graniglia o pietrischetti, oleati in precedenza, nella quantità di 13 l/m² e si procede alla compressione con rullo di 8-10 tonnellate.

La graniglia dovrà essere della pezzatura di 12 mm.

La preventiva oleatura della graniglia e pietrischetto viene effettuata con olii minerali in ragione di 15 a 17 kg/m³ di materiale.

Art. 1.16.18
TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO

Quando si voglia seguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adotterà il medesimo sistema indicato nell'articolo "*Trattamenti Superficiali Ancorati Eseguiti con una Prima Mano di Emulsione Bituminosa a Freddo e la Seconda a Caldo*" per la seconda mano di bitume a caldo. Di norma si adopererà per la prima mano 1,5 kg/m² di bitume a caldo, e per la seconda mano 0,800 kg/m² con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

Art. 1.16.19
STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo CNR, fascicolo IV/1953, mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e metallici lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione del Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Appaltatore il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Materiali inerti

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta con il metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n° 34 (28.03.1973) anziché con il metodo Deval.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere ottenuto da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura pertografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi o invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0.5%.

Per strati di usura

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguito sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm2, nonché resistenza all'usura minima di 0.6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.85;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953 inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0.5%.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione che dovranno in particolare soddisfare ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia determinato con la prova AASHO T 176 non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2- 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n° 200 ASTM.

Per lo strato di usura, richiesta della Direzione dei Lavori il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6-8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25° C inferiore

a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

Miscele

1) Strato di collegamento (BINDER).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	**Miscela passante: % totale in peso**
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Crivello 2	20 - 45
Crivello 0.4	7 - 25
Crivello 0.18	5 - 15
Crivello 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% e il 5.5% riferito al peso totale degli aggregati.

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati (UNI EN 12697-34).

Il conglomerato bituminoso dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 900 kg. (950 kg. per conglomerati Confezionati con bitume mod.); inoltre il valore della rigidezza Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra il 3% ed il 7%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo alle misure di stabilità e rigidezza, sia per i conglomerati bituminosi di usura che per quelli tipo Binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	**Miscela passante: % totale in peso**
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Crivello 2	25 - 45
Crivello 0.4	12 - 24
Crivello 0018	7 - 15
Crivello 0.075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5.0% e il 6.5% riferito al peso totale degli aggregati.
Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata (UNI EN 12697-34).
Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. CNR n. 30 (15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 1000 kg. (1050 kg. per conglomerato confezionato con bitume mod.); inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300.
   La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa tra il 3% e il 6%.
   La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato;
b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
d) grande compattezza:
   il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso tra il 4% e 8%.

Formazione e confezione degli impasti

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente, e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

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

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato e alle indicazioni tecniche del fornitore.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti di produzione, è tanto distante da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate avrà dato i migliori risultati, e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio sarà variabile in funzione del tipo di prodotto tra lo 0.3% e lo 0.6% rispetto al peso del bitume.

Tutte le scelte e le procedure di utilizzo dovranno essere approvate preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 1.16.20
STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE - FONOASSORBENTE

Lo strato di usura drenante e/o fonoassorbente è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, poca sabbia e filler, impastato a caldo con bitume modificato. Avrà come finalità la maggiore aderenza in caso di pioggia e l'abbattimento del rumore prodotto dal rotolamento del pneumatico sulla strada.

Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo C.N.R. B.U n. 93 (11-7-1983). L'aggregato grosso dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da materiali che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- il materiale deve provenire da frantumazione di rocce silicee eruttivo magmatiche;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34/1973), inferiore od uguale al 18%;
- coefficiente di levigabilità accelerata (C.N.R. 140), maggiore di 0,40;
- coefficiente di forma maggiore di 0,15;
- coefficiente di appiattimento (AFNOR P 18-561) per ogni classe di aggregati, minore di 10;
- coefficiente di imbibizione (C.N.R. 4/1953), inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R. 4/1953), con limitazione per la perdita in peso allo 0,7%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953 ed in particolare:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27/1972), maggiore di 70.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare alla setacciatura per via secca per il 100% al setaccio n. 40 ASTM,per almeno il 90% al setaccio n. 80 ASTM e per almeno il 70% al setaccio n. 200 ASTM. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Miscele

Conglomerato bituminoso di tipo drenante per strati di usura sarà costituito da una miscela di pietrischetti frantumati di 1' Cat.(coeff. Levigabilità CLA>0.44; perdita Los Angeles-CNR.BU.34/73 < 20%);sabbie granite (equivalente in sabbia sulla miscela CNR.BU.27/72 > 70) e bitume di tipo "E"od"F" in quantità tra il 5 ed il 6% del peso degli aggregati. Il conglomerato potrà disporsi lungo fusi differenziati con passante totale dal crivello 20 al 10 a seconda delle caratteristiche di drenabilità desiderate, secondo le prescrizioni di contratto e della Direzione dei Lavori. Di massima il fuso ad eccellente drenaggio avrà percentuale di vuoti dal 16 al18%, mentre gli altri fusi dal 14 al 16%. La stabilità Marshall (prova CNR.BU30/73) sarà non inferiore a 500 kg per il conglomerato a massima permeabilità e 600 per quelli a maggiore resistenza.

Il valore della rigidezza Marshall(rapporto tra la stabilità in kg e lo scorrimento in mm) dovrà essere >200 per il fuso a massima permeabilità e 250 per gli altri.

La resistenza a trazione indiretta dovrà essere compresa tra 0,7 a 1,1 N/mmq a 10 'C e tra 0,12 e 0,2 N/mmq a 40 'C; il coefficiente di trazione indiretta sarà corrispondentemente> 55 e > 12 N/mmq.

La stesa in opera avrà le stesse norme dei conglomerati tradizionali, salvo temperatura di costipamento che sarà compresa tra 140 e 150 'C. A compattamento effettuato la capacità drenante,controllata con permeametro a colonna d'acqua da 250 mm su area di 154 cmq e spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm,

dovrà essere maggiore di 12 dmc/min per il fuso a massima capacità drenante ed 8 dmc per gli altri.

Controllo della fonoassorbenza

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di verificare la fonoassorbenza della pavimentazione mediante il controllo di miscele con il metodo a onde stazionarie, utilizzando un'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt"; la verifica sarò effettuata su carote di 100 mm di diametro prelevate in sito dopo cinque mesi dalla stessa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "a", in funzione della frequenza, in condizioni di incidenza normale dovrà essere maggiore dei valori riportati nella tabella.

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbimento (a)
400 - 630	> 0.15
800 - 1600	> 0.30
2000 - 2500	> 0.15

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 1.16.21
STRATO DI USURA CON GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (FRESATO)

Lo strato di usura composto da granulato (o fresato) di conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di materiali originati da un'attività di demolizione o fresatura del manto stradale asfaltato.

Tale attività, disciplinata dal d.m. 69/2018 in attuazione dell'articolo 184-ter del d.lgs. 152/2006, è consentita nei limiti previsti dalle citate norme.

In particolare il conglomerato bituminoso cesserà di essere qualificato come rifiuto (per tale intendendosi il rifiuto costituito dalla miscela di inerti e leganti bituminosi identificata con il codice CER 17.03.02) qualora soddisfi tutti i seguenti criteri:

a) è utilizzabile per gli scopi specifici di cui alla parte a) dell'Allegato 1 del dm 69/2018;

b) risponde agli standard previsti dalle norme UNI EN 13108-8 (serie da 1-7) o UNI EN 13242 in funzione dello scopo specifico previsto;

c) risulta conforme alle specifiche di cui alla parte b) dell'Allegato 1.

In tal caso potrà essere riutilizzato come componente:

- per le miscele bituminose prodotte con un sistema di miscelazione a caldo nel rispetto della norma UNI EN 13108 (serie da 1-7);
- per le miscele bituminose prodotte con un sistema di miscelazione a freddo;
- per la produzione di aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego nella costruzione di strade, in conformità alla norma armonizzata UNI EN 13242, ad esclusione dei recuperi ambientali.

Art. 1.16.22
SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura ed eventuale raccolta in cumuli del materiale riutilizzabile per l'impiego a norma della UNI/TS 11688 e del d.m. 69/2018, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

Art. 1.16.23
FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro

caricatore per il carico del materiale di risulta.

Sarà facoltà della Direzione dei Lavori accettare eccezionalmente l'impiego di attrezzature tradizionali quali ripper, demolitori, escavatori ecc.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e funzionamento approvato preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivo aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

La fresatura sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura ed eventuale raccolta in cumuli del materiale riutilizzabile per l'impiego a norma della UNI/TS 11688 e del d.m. 69/2018, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

Art. 1.17
MICROPALI

Campo di applicazione

All'interno delle opere di progetto previste, i micropali saranno utilizzati per la realizzazione delle opere provvisionali a sostegno degli scavi da realizzare sul tratto stradale ed a valle di alcuni fabbricati prospicienti l'area ferroviaria.

Si definiscono micropali, i pali trivellati aventi diametro < 300 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Tali pali, dal punto di vista esecutivo, sono identificati dalle seguenti tipologie:

- Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive
- Micropali a semplice cementazione

Definizioni

a) *Micropali a iniezione multipla selettiva*

Si definiscono micropali ad iniezione multipla selettiva quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

b) *Micropali a semplice cementazione*

Si definiscono micropali a semplice cementazione quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua in tondo a.m. o liscio.

La cementazione può avvenire a semplice gravità, o a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

Normativa di riferimento

- I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative e, dove applicabili, a tutte quelle indicate nelle sezioni di capitolato richiamate nel testo:
- Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, Dic. 1984.
- D.M. del Ministero dei lavori Pubblici del 11/3/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare LL PP N° 30483 del 24/09/1988 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare LL.PP. n° 218/24/3 "Legge 02/02/74 n° 64 - Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 11/3/1988: "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica".
- Decreto ministero Lavori Pubblici n° 55/1992
- Decreto ministero Lavori Pubblici del 11/03/1988
- Norma UNI 7163 – 1979
- Norma UNI 4634: Prescrizioni per la qualifica dei saldatori
- Norma ASTM D1 143-81: "Standard test method for piles under static axial compressive loads"
- Raccomandazione dell'Associazione geotecnica Italiana sui pali di fondazione del Dicembre 1984
- Norma UNI 71 63-1 979
- Norma DIN n. 4150: parti I e II del 1975; parte IV del 1986.
- D.M. 17 gennaio 2018, e circolare n 7 c.ss.ll.pp del 21/01/19.

Oneri e prescrizioni generali

a) Prima di dare inizio ai lavori l'APPALTATORE dovrà presentare alla DIREZIONE LAVORI una planimetria riportante la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun palo.

b) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possono interferire con i pali (micropali) da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere effettuate prima dell'inizio delle operazioni di infissione o perforazione.

c) Prima dell'inizio dei lavori l'APPALTATORE dovrà eseguire il tracciamento dei pali identificando la posizione sul terreno mediante infissione di appositi picchetti in corrispondenza dell'asse di ciascun palo (micropalo)

d) L'APPALTATORE dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei pali (micropali).

e) Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'APPALTATORE ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate, sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie (vedi sezione prove preliminari).

f) Sarà cura dell'APPALTATORE apporre adeguati contrassegni, opportunamente spaziati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, etc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare la profondità d'infissione, il livello d'estrazione ed il rifiuto.

g) Sarà cura dell'APPALTATORE adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo. Sarà altresì cura dell'APPALTATORE evitare che l'installazione dei pali arrechi danno, per effetto di vibrazione e/o spostamenti di materie, ai pali adiacenti così come ad opere e manufatti preesistenti.

h) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dalle perforazioni e dalle lavorazioni comunque connesse con la realizzazione dei pali.

i) Sarà cura dell'APPALTATORE far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato e dalle Specifiche di Controllo Qualità, così come quelli integrativi richiesti dalla DIREZIONE LAVORI, qualora si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche previste dal progetto

j) Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali (micropali), fino alla quota di progetto (piano d'imposta della fondazione sovrastante), provvedendo altresì alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura. Nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni subite, la parte superiore del palo non avesse le caratteristiche richieste, l'APPALTATORE dovrà provvedere alla estensione della scapitozzatura (per eliminare tale parte) ed alla ricostruzione, fino al piano d'imposta della fondazione sovrastante.

k) L'APPALTATORE dovrà provvedere, con il procedere dei lavori, alla redazione del progetto "as built" che dovrà riportare tutte le informazioni relative alla stratigrafia effettivamente rinvenuta durante la perforazione di ogni palo, la loro effettiva profondità posizione e quota.
L'APPALTATORE dovrà inoltre essere indicati i m^3 gettati da ogni betoniera e la corrispondente quota raggiunta dal cls nel foro onde poter riscontrare le difformità tra i valori gettati e quelli attesi. Tali dati dovranno essere trasmessi alla DL. Eventuali anomalie dovranno essere riportate sul progetto "as built".

1.17.1) Generalità

I micropali eseguiti con attrezzo di perforazione f220 dovranno essere eseguiti anche in presenza di acqua, compresa la riperforazione del foro in caso di franamenti eventualmente facendo ricorso, ove necessario alla posa in opera della camicia metallica (con eventuale perdita della stessa).

Nell'esecuzione dei lavori si dovranno porre in atto tutti gli accorgimenti necessari ad evitare dannose dispersioni delle polveri e dei materiali di risulta delle perforazione nelle aree circostanti l'intervento: in particolare si dovrà aver cura di non produrre il travaso di eventuali fluidi reflui di perforazione entro le acque del marine. All'uopo sarà onere dell'Appaltatore provvedere ad idonei sistemi di contenimento e regimentazione di detti fluidi reflui entro porzioni d'area ben confinate nell'alveo e da queste mediante adeguati sistemi di pompaggio effettuarne il sollevamento e la canalizzazione forzata verso la rete fognaria.
Entro il foro di trivellazione dovrà essere posta in opera un'orditura metallica costituita da profilati tubolari secondo le verifiche strutturali allegate in acciaio di qualità S 355 JR (ex-Fe 510) e,qualora necessario, congiunti fra loro a mezzo di manicotto filettato di diametro adeguato, con preparazione dei bordi.
In sommità le testate dei pali dovranno essere muniti di orditure aggiuntive di collegamento con le orditure delle strutture cui si riferiscono; dette orditure integrative, in acciaio B 450C (ex Fe B 44K controllato), di diametro e sagoma come a progetto esecutivo, saranno realizzate con monconature all'uopo sagomate e saldate ai profilati tubolari di orditura longitudinale.
L'esecuzione del getto della malta cementizia sarà eseguito a bassa pressione ed iniettato con tubo di getto collegato alla pompa di iniezione.
In nessun caso sarà consentito di porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo nel cavo direttamente dalla bocca del foro.
L'iniezione dovrà essere eseguita con malta antiritiro dosata a 400 kg di cemento R325 (ed eventuali additivi secondo le esigenze) per mc di sabbia vagliata ed iniettata a mezzo di gruppo miscelatore a pressione regolabile secondo le necessità di impiego fino ad un massimo di tre volte il volume teorico risultante dalla perforazione (le quantità in appresso riportate sono invariabili anche qualora vi siano riportati dati inferiori nelle voci di elenco prezzi).
La malta d'iniezione dovrà comunque avere resistenza cubica non inferiore a 300 daN/cm² e dovrà essere confezionata e trasportata con un ritmo tale da consentire il getto completo di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile.
In alternativa alla miscela di sabbia e cemento sarà possibile impiegare una malta di solo cemento dosata a 40 l di acqua ogni 100 kg di cemento R325 con resistenza cubica anch'esse non inferiore a 300 daN/cm² a 28 gg.

1.17.2) 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.

Per la presenza di terreni di natura prettamente granulare nel sito in cui sarà prevista la realizzazione degli stessi, sarà necessario impiegare il rivestimento provvisorio per sostenere le pareti del foro e garantire la corretta esecuzione dei micropali.

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 rotopercussione 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.

La perforazione "a secco", senza rivestimento non è di norma ammessa; potrà essere adottata, previa comunicazione alla DIREZIONE LAVORI, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione:

$$cu > \gamma H/3$$

dove:

γ = peso di volume totale; per i terreni fortemente cementati il valore della coesione sarà' determinato con prova di compressione semplice

La perforazione "a secco" e ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro.

La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovraconsolidati.

Nel caso di impiego della rotopercussione, sia mediante martello a fondo foro che mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione (tipo Sistema KLEMM), L'APPALTATORE dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parte I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni.

In caso contrario per modalità di impiego della rotopercussione ed i necessari provvedimenti dovranno essere comunicati alla DIREZIONE LAVORI.

La DIREZIONE LAVORI, a sua discrezione, potrà richiedere all'APPALTATORE di eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese a carico del medesimo APPALTATORE.

1.17.3) 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: ±15cm
- diametro finito: ± 5%
- quota testa micropalo: ±5 cm.

1.17.4) Materiali

Le specifiche che seguono integrano le prescrizioni elencate per le armature in acciaio, per le malte in calcestruzzo e per i conglomerati cementizi, che si intendono qui integralmente richiamate.

I micropali costruiti dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Tubi in acciaio

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.
Le valvole di iniezione, ove previste, saranno del tipo a "manchette", ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori ∅ 8 mm.

Profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai .valori degli standard commerciali (12¸14m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle norme citate.
La DIREZIONE LAVORI si riserva la facoltà di richiedere che il saldatore abbia la qualifica a norma UNI 4634.

Malte e miscele cementizie di iniezione

- Cementi:

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno secondo quanto prescritto nella sez. relativa ai conglomerati cementizi.

- Inerti:

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini,

polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altiforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

- Acqua di impasto:

Si utilizzerà acqua chiara di cantiere, dolce, le cui caratteristiche chimico-fisiche dovranno soddisfare quanto prescritto alla sezione relativa ai conglomerati cementizi.

- Additivi:

E' ammesso l impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'APPALTATORE si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla DIREZIONE LAVORI per informazione.

Preparazione delle malte e delle miscele cementizie:

a) *Carattersitiche di resistenza e dosaggi:*

Di norma la resistenza cubica da ottenere per le malte e per le miscele cementizie di iniezione deve essere:

$$Rck \geq 35 \text{ MPa}$$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.45$$

b) *Composizione delle miscele cementizie:*

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 mc di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua:	5,4 kN
cemento:	12 kN
additivi:	0,1¸0,2 kN

con un peso specifico pari a circa:

$$\gamma = 18 \text{ kNt/m}^3$$

c) *Composizione delle malte cementizie:*

Nella definizione della formula delle malte, prevedendo un efficace miscelazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 mc di prodotto finito:

acqua:	2,7 kN
cemento:	6 kN
additivi:	0,05¸0,01 kN
inerti:	11¸13 kN

d) *Impianti di preparazione:*

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- bilance elettroniche per componenti solidi;
- vasca volumetrica per acqua;
- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min.);
- vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici, per le miscele cementizie;
- mixer per le malte.

La tipologia e la frequenza dei controlli da eseguire su miscele e malte cementizie è indicata sulla Specifica di Controllo Qualità.

1.17.5) Modalità esecutive

Vengono riportate di seguito le modalità esecutive per le diverse tecniche di realizzazione dei micropali.

Micropali a iniezioni multiple e selettive (IRS)

- Perforazione:

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, 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 rotopercussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata > l0 m^3 /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 dei 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.

- Iniezione:

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

a) Formazione della guaina

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno dei tubo di armatura.

b) Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 - 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 - 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

c) Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≅ l00 bar
- portata max : ≅ 2 m3/ora
- n. max pistonate/minuto : ≅ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla DIREZIONE LAVORI, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

- 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
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:
  - data
  - pressioni di apertura
  - volumi di assorbimento
  - pressioni raggiunte
- 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.

Micropali asemplice cemetazione (IGU)

- Perforazione:

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, 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 rotopercussione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata > l0 m^3 /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 dei fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto, fino a raggiungere la profondità prevista nel 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.

- Cementazione:

a) Riempimento a gravità

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 miscelazioni con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

b) 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 della miscela o della malta
- caratteristiche della miscela o della malta utilizzata:
  composizione
  peso specifico
  viscosità Marsh
  rendimento volumetrico o decantazione

dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

1.17.6) Specifiche di controllo e qualità

Campi di applicazione

La presente procedura è applicabile alle seguenti tipologie esecutive:

Micropali
- Cementati con iniezioni multiple
- A cementazione semplice

Il modello da applicare per la gestione e la certificazione dei controlli nelle fasi di fornitura dei materiali, posa in opera e collaudo è il PCQ completo dei relativi certificati.

Micropali (materiali)

Anche per la costruzione e posa in opera di questi pali l'APPALTATORE dovrà procedere all'acquisto di una serie di manufatti e di materiali che dovranno essere opportunamente controllati, sia alla fonte di approvvigionamento che alla consegna in cantiere, come sarà di seguito specificato.

- Armatura in ferro:

Le armature metalliche sono definite nel progetto esecutivo dei micropali.

Il ferro d'armatura dovrà provenire da ferriere qualificate con relativi certificati e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per la specifica di qualifica dei ferri d'armatura.

Ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore per essere posto in opera.

L'APPALTATORE dovrà assicurare la rintracciabilità del lotto di materiale utilizzato, per ogni lotto di armature per micropali.

- Tubi e profilati in acciaio:

Le prescrizioni tecniche e le relative specifiche progettuali sono definite nei disegni di progetto.

L'approvvigionamento di questi manufatti dovrà avvenire soltanto da fornitori preventivamente qualificati dall'APPALTATORE e notificati alla DIREZIONE LAVORI Ogni lotto fornito dovrà essere accompagnato dalla normale certificazione di C.Q. normalmente prevista dal C.Q. interno del fornitore, e richiesta nell'ordine di acquisto dell'APPALTATORE.

Manufatti sprovvisti di questa documentazione, non potranno essere posti in opera.

- Malte e miscele cementizie:

Le miscele potranno provenire già preconfezionate da appositi fornitori prequalificati dall'APPALTATORE, oppure da centrali di betonaggio dell'APPALTATORE.
In entrambi i casi sono applicabili gli stessi controlli previsti per la specifica di C.Q. dei calcestruzzi.

Controlli in fase di realizzazione

- Controlli preliminari:

Prima dell'inizio della posa in opera dei micropali l'APPALTATORE deve consegnare alla DIREZIONE LAVORI una documentazione che contenga:

- rilievi stratigrafici del terreno;

- una relazione con la quale, in base alle caratteristiche stratigrafiche del terreno attraversato si specifichino le modalità di perforazione ritenute più adatte;

- l'elenco e la specifica tecnica delle attrezzature da impiegare;

- i risultati di eventuali prove preliminari di perforazione eseguite con le stesse modalità ed attrezzature proposte;

- effettuazione di campo prove per taratura dei parametri geotecnici assunti a base del progetto, ove richiesto dal progettista e concordati con la DIREZIONE LAVORI.

La DIREZIONE LAVORI potrà chiedere prove integrative o modifiche alla suddetta proposta operativa.

- Controlli in fase di realizzazione:

a) Micropali cementati mediante iniezioni multiple selettive

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.

- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;

- verifica delle caratteristiche della miscela, mediante prove;

- verifica della immediata formatura della guaina cementizia subito dopo la immissione dell'armatura;

- verifica del tempo minimo di stagionatura della guaina (12 - 24 ore);

- verifica della pressione massima e delle portate d'iniezione;

- verifica dei volumi d'iniezione e della pressione di rifiuto, prescritta dal progetto.

A valle delle operazioni di getto il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni micropalo, una scheda che contenga le seguenti informazioni:

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;

- riferimenti alla qualifica dell'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);

- lunghezza della perforazione;

- caratteristiche dell'armatura;

- volume dell'iniezione di guaina;

- tabella delle iniezioni selettive con l'indicazione per ogni valvola e per ogni fase di:

- data
- pressione di apertura,
- volumi di assorbimento,
- pressioni raggiunte.
- caratteristiche della miscela utilizzata come:
- composizione,
- peso specifico,
- viscosità MARSH,
- rendimento volumetrico o decantazione,
- dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.
-

b) Micropali a semplice cementazione

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.

- controllo della pulizia del foro e del corretto posizionamento dell'armatura valvolata per l'iniezione, sia per quanto riguarda la sua centratura che per quanto riguarda il raggiungimento della profondità di progetto;

- controllo del diametro dell'armatura tubolare.

Per il riempimento effettuato a gravità, si dovranno inoltre mettere in atto le seguenti attività:

- controllo del raggiungimento della corretta quota del tubo di alimentazione (10 ¸ 15 cm. dal fondo);

- controllo che l'armatura tubolare abbia un diametro inferiore a 50 mm. per iniezioni di malta con inerti fini o miscela cementizia pura;

- verifica del riempimento totale con effettuazione degli eventuali rabbocchi, se necessari.

Per il riempimento effettuato a bassa pressione, si dovranno invece mettere in atto le seguenti attività:

- verifica della completezza del riempimento entro il rivestimento provvisorio;

- verifica della corretta installazione della testa a tenuta;

- controllo della corretta pressione d'immissione dell'aria;

- controllo del riempimento totale.

Anche per questo tipo di micropali, a valle delle operazioni di getto il Responsabile di C.Q. dovrà redigere, per ogni micropalo, una scheda che contenga le seguenti informazioni:

- dati identificativi del palo rispetto alle planimetrie citate, con la data del getto;

- riferimenti al verbale relativo all'attrezzatura utilizzata e modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimento);

- lunghezza della perforazione;

- caratteristiche dell'armatura;

- volume iniettato;

- caratteristiche della miscela utilizzata come:
  - composizione,
  - peso specifico,
  - viscosità MARSH,
  - rendimento volumetrico o decantazione,
  - dati di identificazione dei campioni del calcestruzzo prelevati per le successive prove di rottura a compressione.

- Tipologia e frequenza delle prove per la miscela di iniezione:

Il Responsabile di C.Q. annoterà sul certificato allegato al P.C.Q. l'esito dei seguenti controlli:

- verifica che le apparecchiature di perforazione e di circolazione del fluido perforante siano quelle specificate nella presentazione fatta alla DIREZIONE LAVORI.

Per ogni lotto, costituito da un medesimo impasto di miscela di iniezione, dovranno essere effettuate le seguenti prove:

- composizione

- peso specifico,

- viscosità MARSH,

- rendimento volumetrico o decantazione,

- resistenza a compressione.

Le prove dovranno essere effettuate sul posto o in un laboratorio qualificato dall'APPALTATORE e approvato dalla DIREZIONE LAVORI, o in un Laboratorio Ufficiale, i certificati dovranno essere allegati al dossier di qualifica dell'opera.

Controlli finali
Una serie di controlli è prevista per i pali e per i micropali già completati, prima della loro utilizzazione.

Questa serie di controlli è sostanzialmente di tre tipi:

- controlli di resistenza meccanica sotto carico, sia di tipo distruttivo che non distruttivo;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di ammettenza meccanica;
- controlli non distruttivi di integrità del palo mediante prove di controllo sonico

I tre tipi di controlli sono utilizzati per garantire che i lotti di pali in esame diano sufficienti garanzie di resistenza e rispetto delle performances richieste dal progettista.
Essi non possono peraltro essere utilizzati per tutti i tipi di palo, in quanto i controlli di tipo sonico possono essere eseguiti soltanto su pali di medio e grande diametro. L'esecuzione di tutte le prove previste e richiedenti particolari predisposizioni dei pali, in accordo al progetto, al Capitolato di Costruzione ed alla presente Specifica debbono essere tassativamente previste e programmate prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

Esse dovranno essere riportate nei relativi P.C.Q. in accordo alle modalità e prescrizioni che seguono.

- Prove di carico:

Tutte le prove di carico sui pali saranno eseguite in accordo alle prescrizioni (preparazione del palo, strumentazione, piano di carico, entità del carico) specificate al punto 5.0, ed in accordo alle norme ASTM D 1143-81 "Standard Test Method for Piles under static axial compressive load".

Esse sono suddivise in due classi, in funzione del fatto che siano prove distruttive o no.

a) Prove a carico limite

Questo tipo di prove tende ad accertare i limiti di carico che causano la rottura del sistema palo terreno o valori molto vicini a questi limiti.

Questo tipo di prove è quindi distruttivo e deve infatti essere effettuato su pali appositamente predisposti, all'esterno della palificata da collaudare. Essa è applicabile sia a micropali che a pali di medio e grande diametro.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

- tipo e diametro del palo,

- caratteristiche di omogeneità del terreno,

- affidabilità dell'opera,

il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

Egli dovrà comunicare alla DIREZIONE LAVORI numero e posizione planimetrica di questi pali all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni equivalenti dal punto di vista geotecnico.

La DIREZIONE LAVORI deve approvare la proposta dell'APPALTATORE o modificarla, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui installare il lotto di pali, rispetto a quelli in cui è stata già eseguita questa prova, per pali dello stesso diametro.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 3 volte il carico di esercizio stabilito dal progettista.

I controlli da effettuare sia prima che durante la prova sono gli stessi che saranno di seguito descritti per le prove di collaudo.

b) Prove di collaudo

Anche questo tipo di prova, non distruttiva deve essere effettuata sia su micropali che su pali di medio e grande diametro.

Il carico di prova deve raggiungere, al massimo, il valore di 1,5 volte il carico di esercizio, per D < l00 cm e l,2

volte per D > 100cm.

L'APPALTATORE deve stabilire, in base a:

- tipo e diametro del palo
- caratteristiche di omogeneità del terreno
- affidabilità dell'opera

il numero di pali da sottoporre a questo tipo di prova.

L'APPALTATORE dovrà concordare con la DIREZIONE LAVORI numero, localizzazione e modalità di esecuzione della prova dei pali da sottoporre a collaudo, all'atto della trasmissione del P.C.Q. relativo.

Il numero di pali da provare non potrà comunque essere inferiore ad uno per ogni diametro e per terreni di tipo equivalenti dal punto di vista geotecnico e comunque deve essere almeno pari al 4 % del totale dei pali, con un minimo di N. 2 pali per opera.

L'APPALTATORE al termine dell'esecuzione dei pali proporrà i pali da sottoporre a prove di carico. La DIREZIONE LAVORI, tenendo soprattutto conto dell'omogeneità dei terreni in cui è installato il lotto di pali, e dei risultati delle prove a carico limite eseguite per pali dello stesso diametro, potrà accettare o modificare la scelta dei pali da sottoporre a prova di carico.

Prima della prova il Responsabile di C.Q. dovrà verificare:

- preparazione della testa palo in accordo ai punti (micropali);
- corretta disposizione dei dispositivi per l'applicazione e la misura del carico, come specificato.

All'atto della prova egli dovrà poi controllare:

- la corretta applicazione del carico, in accordo alla documentazione presentata ed approvata dalla DIREZIONE LAVORI, come già specificato.

Alla fine delle prove il responsabile di C.Q. dovrà redigere una scheda, da allegare al P.C.Q. che contenga, per ogni palo provato, i seguenti dati:

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misurazioni di ogni comparatore.
- il dossier completo con tutte le tabelle complete tempo/carico/cedimento come specificato, per i diversi tipi di palo.

- Prove di controllo sonico:

Le prove di controllo sonico consistono in:

- carotaggio sonico
- prove cross-hole.

a) Carotaggio sonico

- Descrizione della prova

Il metodo di misura consiste nella esecuzione di un carotaggio nel palo già eseguito e nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo circostante, seguendo un percorso parallelo all'asse del tubo.

La sonda sonica è composta da un elemento emettitore ed uno ricevitore, distanziati normalmente di 0,50 m

in verticale

- Frequenze di esecuzione

La Direzione Lavori potrà chiedere, a cura e spese dell'Appaltatore, l'esecuzione di carotaggi meccanici, verticali o comunque inclinati, per l'esecuzione di prove soniche in misura non superiore a 5 carotaggi ogni 100 pali o frazione. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove può essere aumentato a giudizio del DL. I fori eseguiti per i suddetti carotaggi dovranno essere reintegrati con iniezioni di malta di cemento di adeguata densità e addizionata con additivo anti-ritiro in modo da ottenere la completa cementazione dei fori stessi.

- Modalità di esecuzione

La sonda viene fatta scorrere all'interno del foro ad intervalli regolari di profondità, almeno ogni 5 cm; l'elemento emettitore genera un impulso che raggiunge il ricevitore dopo essersi propagato nel calcestruzzo.

Il risultato delle misure è una diagrafica a "densità variabile" che visualizza lo stato di integrità oppure la presenza di anomalie del calcestruzzo.

A giudizio della DIREZIONE LAVORI, in alternativa alla prova come sopra descritta, si potrà procedere a prove del tipo vibrazionale eseguite dalla testa del palo.

- Documentazione della prova

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni palo:

- dati identificativi del palo rispetto ad una planimetria;
- l'ora di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- la temperatura riscontrata all'atto delle prove;
- il tipo di sonda sonica impiegata;
- le misurazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;
- il diagramma completo con tutte le misurazione in funzione degli avanzamenti;

b) Prove cross hole

- Descrizione della prova

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra tubi di misura.

Per l'esecuzione della prova e necessario aver predisposto almeno due tubi all'interno del palo prima dell'esecuzione del getto.

Utilizzando 3 tubi disposti ai vertici di un triangolo equilatero è possibile reiterare la prova e determinare con maggiore precisione le caratteristiche del getto.

- Frequenza di esecuzione

L'appaltatore dovrà predisporre, secondo le indicazioni della DL e prima dell'esecuzione del getto, il 50% dei pali per l'effettuazione del controllo dell'esecuzione con il metodo "cross hole".

L'attrezzaggio dovrà essere eseguito mediante la predisposizione di almeno tre tubazioni metalliche a 120° preassemblate sull'armatura del palo, aventi diametro interno non inferiore ad 1 pollice e mezzo.

Il controllo dovrà riguardare 1/3 dei pali predisposti scelti dalla DL. Nel caso di anomalie o risultati non soddisfacenti il numero di prove può essere aumentato a giudizio del DL.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.

- Modalità di esecuzione

In uno dei fori predisposti viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevente. Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo. L'esito delle prove sarà registrato con strumentazioni digitali.

- Documentazione della prova

La documentazione da emettere è analoga a quella dei carotaggi sonici e consiste in una scheda con la stessa tipologia di dati sopra elencati, ma riferiti alla strumentazione e tipo di registrazione applicabile.

- Prove di ammettenza meccanica:

Le prove di ammettenza meccanica (transient dynamic response test) costituiscono un metodo rapido di accertamento dell'integrità del palo.

I pali soggetti a prova di carico assiale possono essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica, su richiesta della DIREZIONE LAVORI.

La correlazione dei risultati delle due prove potrà consentire di valutare anche la capacità portante dei pali non soggetti a prova di carico assiale sui quali venga eseguita la prova di ammettenza meccanica.

- Modalità di esecuzione

La prova viene effettuata colpendo la testa del palo con un piccolo martello contenente un trasduttore di forza.

La risposta è simultaneamente misurata mediante un rilevatore di velocità fissato alla periferia del palo.

L'eccitazione dinamica può essere ottenuta anche mediante un eccitatore a masse eccentriche, in grado di applicare una forza oscillante secondo una sinusoide di frequenza nota, variabile in genere da 20 a 100 Hz.

Il palo deve essere preparato mediante spianamento e regolarizzazione della testa; lo spessore della malta deve essere non superiore a 5 cm.

Nel caso di impiego di eccitatore a masse eccentriche, occorre inserire nella testa del palo dei tirafondi di ancoraggio.

I segnali di forza e velocità sono elaborati digitalmente e memorizzati nel posto tramite una centralina di registrazione ed elaborazione dati.

Su un grafico viene registrato l'andamento della curva velocità/forza (ammettenza meccanica) in funzione della frequenza di eccitazione.

La curva ottenuta è funzione del modulo Ec del conglomerato cementizio, della rigidezza dei terreno laterale di appoggio e della geometria del palo.

- Documentazione prodotta

La documentazione da produrre consisterà in una scheda, analoga a quella descritta per le prove soniche, nella quale, oltre ai dati generali identificativi del palo e delle condizioni di esecuzione della prova, siano anche riportati tutti i diagrammi e i risultati delle misure effettuate.

Art. 1.18
TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI

Definizioni e scopo

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali operanti in trazione ed atti a trasmettere forze al terreno. Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa di ancoraggio, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero, che è il tratto intermedio di collegamento tra la testa e il tratto attivo;
- il tratto attivo, o vincolato, o di fondazione, che trasmette al terreno le forze di trazione del tirante.

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto i tiranti si distinguono in:

- temporanei, se la durata della funzionalità non supera i ventiquattro mesi;
- permanenti, se la durata della funzionalità eguaglia o supera i ventiquattro mesi.

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

Normativa di riferimento

- D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni;
- UNI EN 1992 (Eurocodice 2);
- UNI EN 1997 (Eurocodice 7);
- Circ. Ministero lnfrastr. e Trasp. 21.01.2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- UNI EN f537 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio;
- UNI EN 197-1 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 791 Macchine perforatrici - Sicurezza;
- UNI EN 10080 Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità.

Prove di carico preliminari

Prima di dare inizio ai lavori l'Appaltatore dovrà mettere a punto la metodologia esecutiva (perforazione, iniezione,ecc.) e testarne l'efficacia mediante un adeguato numero di prove di carico su tiranti di ancoraggio preliminari, i quali dovranno essere realizzati con lo stesso sistema costruttivo degli ancoraggi di progetto e, una volta sottoposti a prova di carico, non potranno più essere utilizzati per l'impiego successivo.
I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in prossimità e nelle stesse condizioni ambientali degli ancoraggidi progetto, in condizioni comunque rappresentative dal punto di vista geotecnica e idrogeologico, dopo l'esecuzione di quelle operazioni - quali scavi e riporti - che possano influire sulla capacità portante della fondazione. Il numero degli ancoraggi di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo e, in ogni caso, non potrà essere inferiore a:
1, se il numero degli ancoraggi di progetto è inferiore a 30;
2, se il numero degli ancoraggi di progetto è compreso tra 31 e 50;
3, se il numero degli ancoraggi di progetto è compreso tra 51 e 100;
7, se il numero degli ancoraggi di progetto è compreso tra 101 e 200;
8, se il numero degli ancoraggi di progetto è compreso tra 201 e 500;
10, se il numero degli ancoraggi di progetto è superiore a 500.

La realizzazione dei tiranti preliminari e le successive prove di carico dovranno svolgersi in presenza della Direzione Lavori, alla quale spetta l'approvazione delle modalità esecutive dei tiranti di progetto.
L'accettazione delle modalità esecutive sarà subordinata al buon esito delle prove di carico, owero all'idoneità dei tiranti in termini prestazionali (conferma sperimentale delle ipotesi analitiche avanzate in fase di predimensionamento delle lunghezze dei bulbi di ancoraggio, raggiungimento del carico limite di progetto, compatibilità degli spostamenti,ecc.).

Il programma di prova (modalità di applicazione, livelli intermedi e valore massimo del carico, sequenza dei cicli di carico-scarico, ecc.) sarà quello riportato in progetto o verrà prescritto dalla Direzione Lavori.
In assenza di specifiche prescrizioni di progetto, le prove potranno essere eseguite in accordo alla Norma UNI EN 1537, previa autorizzazione della Direzione Lavori.
L'Appaltatore dovrà in ogni caso prowedere all'esecuzione di tutte le prove di controllo che la Direzione Lavori riterrà necessarie per dirimere ogni dubbio sulla corretta realizzazione dei tiranti.
Ciò premesso, gli oneri per l'esecuzione delle prove di carico preliminari e delle prove di controllo ordinate dalla Direzione Lavori verranno compensate all' Appaltatore.
Qualora l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva già sperimentata e

preliminarmente approvata, egli dovrà dare nuovamente corso alle prove sopradescritte, le quali, in tal caso, rimarranno totalmente a suo carico.

1.18.1)
Soggezioni geotecniche

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno - messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto - dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.
Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti. L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6;
- il contenuto in C02 disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/I;
- il contenuto in NH4 dell'acqua risulti> 30 mg/I;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/I;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti > 600 mg/I o > 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza < 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Ogni partita di tiranti confezionati in stabilimento dovrà essre accompagnata da un attetsato di conformità, in accordo con le normative vigenti.

1.18.2)
Materiali ed elementi costruttivi

Ogni partita di tiranti confezionati in stabilimento dovrà essre accompagnata da un attetsato di conformità, in accordo con le normative vigenti.

a) Acciai e dispositivi di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi al D.M. 17/01/2018. Le armature (fili, barre, trefoli) e i dispositivi di bloccaggio, al momento del loro arrivo in cantiere dovranno essere corredati della certificazione d'origine riferita ad ogni loro componente. Qualora così non fosse, la fornitura non verrà accettata ed immediatamente allontanata, a cura e spese dell'Appaltatore, dal cantiere stesso.
In corso d'opera si eseguiranno controlli sui tiranti, prelevando anche campioni di guaina protettiva (se prevista in acciaio) e di piastre, nella misura di un prelievo per ogni fornitura giunta in cantiere.

Barre
Le barre, ove impiegate, saranno del tipo in acciaio speciale ed a filettatura continua (Dywidag o simili). Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate secondo le norme già richiamate nel presente Capitolato.

Tiranti a barre DYWIDAG a filettatura continua

Acciaio da precompressione DYWIDAG Y1050H

Diametro nominale Ø [mm]	Tensione snervamento / tensione rottura $f_{p0.1k}/f_{pk}$ [N/mm²]	Sezione trasversale A [mm²]	Carico snervamento $F_{p0.1k}$ [kN]	Carico ultimo F_{pk} [kN]	Peso [kg/m]	Peso DCP [kg/m]	Omologazione
26.5	950/1,050	552	525	580	4.48	7.4	○ ×
32	950/1,050	804	760	845	6.53	9.8	○ ×
36	950/1,050	1,018	960	1,070	8.27	12.3	○ ×
40	950/1,050	1,257	1,190	1,320	10.21	14.0	○ ×
47	950/1,050	1,735	1,650	1,820	14.10	20.0	×

Dispositivi di bloccaggio

I dispositivo di bloccaggio dovranno essere idonei all'impiego in abbinamento alle barre cui sono destinati, dovranno garantire una resistenza allo SLU superiore a quella della sezione corrente della barra e dovranno essere conformi alle disposizioni del D.M. 17/01/2018.

Piastre di ripartizione

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto. Le stesse dovranno comunque garantire una resistenza allo SLU superiore a quella dei tiranti cui le stesse forniscono supporto.
Nel caso in cui più tiranti usufruissero di una stessa piastra di ripartizione, la resistenza allo SLU dela piastra deve comunque superare quella relativa allo SLU anche progressivo dei tiranti.

b) Miscele di iniezione: composizione e controlli

Delle miscele da impiegare dovrà essere presentato alla Direzione Lavori, per riceverne l'approvazione, uno studio preliminare riportante le modalità di confezione, miscelazione ed iniezione della miscela stessa e comprovante l'effettiva corrispondenza a quanto previsto nel presente Capitolato.
La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori. Non verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Miscele tipo a base di cemento

Saranno usate miscele a base di cemento, con rapporto acqua/cemento inferiore o uguale a 0.5.
Con riferimento alla Norma UNI EN 197/1 il cemento potrà essere:

- del tipo Il 32.S N, 32.S R, 42.S N o 42.S R in presenza di ambiente non aggressivo;
- del tipo lii A 32.S R o 42.S R oppure IV A 32.S R o 42.S Rin presenza di ambiente aggressivo;

Non sono ammessi cementi di tipo I 52.5 N o 52.5 R. E' ammesso l'eventuale impiego di fifler calcareo o siliceo con rapporto non superiore al 30% sul peso in cemento.
Il filler dovrà presentare un residuo al setaccio n. 37 della serie UNI n. 2332 (apertura 0,075 mm) inferiore al 3% in peso.
Sono ammessi additivi che hanno un contenuto totale di cloruri, solfuri e nitrati inferiore allo 0.1% in peso. Gli additivi non dovranno essere aeranti e dovranno essere conformi alle norme indicate nell'articolo sulle caratteristiche dei materiali.
La miscela, confezionata con i cementi precedentemente menzionati, dovrà presentare i seguenti requisiti, periodicamente controllati durante le lavorazioni:
- peso specifico della miscela che non potrà discostarsi per più del 2% da quello ottimale definito in sede

progettuale;
- fluidità Marsh da 40" a SO";
- decantazione < 2%.
La resistenza minima richiesta dovrà essere superiore a 25 MPa, valutata con prova a compressione monoassiale, su campioni cilindrici di altezza pari a due volte il diametro semplice o pari a 30 MPa su cubetti.

Miscele tcementizie premiscelate

Qualora si verificasse l'esigenza di ottenere resistenze elevate alle brevissime od alle brevi stagionature (1 d, 3 d o 7d), anche in presenza di temperature minori di 5 °C, oppure in casi particolari in cui si verifichino critiche condizioni al contorno (acque di falda in condizioni dinamiche; terreni fortemente assorbenti, che possono ostacolare la connessione del tirante e provocare lo sfilamento dello stesso in fase di tesatura; eccezionale aggressività ambientale ecc.), la Direzione Lavori potrà ordinare all'Appaltatore l'utilizzo di malte cementizie premiscelate con granulometria dell'eventuale inerte non superiore a 0,3 mm formate da leganti solfato resistenti, additivi superfluidificanti ed espansivi.
La miscela confezionata con boiacca premiscelata è in genere caratterizzata da un rapporto acqua/sostanza secca molto basso (0,20-0,25). Essa dovrà presentare i seguenti requisiti minimi, salvo diverse disposizioni indicate in progetto o prescritte durante la fase esecutiva, da controllarsi periodicamente durante le lavorazioni

- peso specifico della miscela che non potrà discostarsi per più del 3% da quello ottimale definito in sede progettuale;
- fluidità Marsh da 40" a 50";
- decantazione < 1%;
- resistenza a flessione: a 1 giorno> 5 MPa; a 7 giorni> 9 MPa; a 28 giorni> 10 MPa;
- resistenza cubica a compressione: a 1 giorno > 30 MPa; a 7 giorni > SO MPa; a 28 giorni > 60 MPa.

Frequenza e modalità dei controlli

La miscela dovrà essere perfettamente omogenea: a questo scopo dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (> 20 giri/s) o a ciclone.
Le prove sulla miscela "fresca", cioè la misura del peso specifico, la prova di fluidità e la prova di decantazione, dovranno essere eseguite sistematicamente all'inizio di ciascuna giornata lavorativa e dovranno essere in ogni caso ripetute secondo necessità a semplice richiesta della Direzione Lavori.
Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle tre due prove non fornisse risultati conformi a quanto prescritto, le iniezioni devono essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela dalle idonee caratteristiche.
Le apparecchiature, necessarie alla esecuzione delle prove sulla miscela di iniezione fresca, dovranno essere a disposizione in cantiere durante le lavorazioni.
Relativamente alle loro caratteristiche e alle modalità di esecuzione delle prove corrispondenti si farà riferimento a quanto indicato a seguire nel presente Capitolato.
Per il controllo della resistenza cubica a compressione della miscela i prelievi saranno fatti secondo la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori e comunque almeno una volta alla settimana. Per ogni prelievo si dovrà prowedere alla confezione di almeno tre coppie di provini.
Le prove per il controllo della resistenza delle miscele utilizzate dovranno essere eseguite presso Laboratori Ufficiali.

c) Protezione dell'armatura

La protezione dell'armatura è realizzata mediante guaine e tubi di materiale plastico o anche mediante tubi di acciaio.

Guaine e tubi in plastica

Per tiranti temporanei la protezione consisterà in una guaina di PVC, polietilene o polipropilene, che avvolge il tratto libero.
Per tiranti permanenti la protezione sarà costituita da una guaina in PVC, polietilene o polipropilene estesa a tutta la lunghezza del tirante. In corrispondenza del tratto libero la guaina è normalmente prevista in PVC flessibile, liscia. Incorrispondenza del tratto di fondazione la guaina è normalmente in PVC rigido, "grecata".

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.
La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 10 mm.
Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.
Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in PVC, polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da un'eventuale verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto dì fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo e tra armatura e guaina dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Tubi di acciaio

Per tiranti temporanei la protezione consisterà in una guaina di PVC, polietilene o polipropilene, che avvolge il tratto libero.

Per tiranti permanenti la protezione sarà costituita da una guaina in PVC, polietilene o polipropilene estesa a tutta la lunghezza del tirante. In corrispondenza del tratto libero la guaina è normalmente prevista in PVC flessibile, liscia. Incorrispondenza del tratto di fondazione la guaina è normalmente in PVC rigido, "grecata".

La protezione dei tiranti permanenti può essere costituita anche da una guaina rigida in tubi di acciaio che riveste l'armatura su tutta la loro lunghezza. In ambiente aggressivo la guaina sarà rivestita con resina epossidica elasticizzata.
Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo saranno ottenute mediante manicotti saldati o filettati.
Nel tratto di fondazione i tubi saranno dotati di valvole per l'iniezione, secondo le indicazioni di progetto, e dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della miscela, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.
Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli di filo di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.
La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.
Il tubo guaina dovrà essere dotato di distanziatori non metallici, posizionati di preferenza in corrispondenza dei manicotti di giunzione, per assicurare la centratura all'interno del perforo e quindi la protezione esterna del tubo mediante uno spessore uniforme di miscela cementizia.
La sezione interna del tubo guaina dovrà essere tale da consentire l'alloggiamento delle barre.

d) Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione

I distanziatori avranno lo scopo di disporre le barre di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.
La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio della barra nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.
I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione, saranno disposti ad interassi di 2,0+2,5 m.
I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.
I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.
Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione

prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno non inferiore a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, non inferiore a 16 mmin caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

Nel caso sia richiesta l'iniezione ripetuta in pressione, il tirante dovrà essere equipaggiato con un condotto assiale d'iniezione, opportunamente dotato di valvole a manicotto, di diametro interno adeguato a consentire il passaggio del doppio otturatore (non inferiore a 25 mm) e di resistenza adeguata a sopportare l'elevata pressione di apertura delle valvole a manicotto (pressione di rottura non inferiore a 8 MPa).

1.18.3)
Elementi di protezione dell'armatura

La protezione di base del tirante nel terreno è costituita dal corretto riempimento di ogni suo elemento mediante lamiscela d'iniezione, che deve garantire su ogni elemento una copertura minima di 10 mm verso la parete del foro dialloggiamento.
In relazione poi all'aggressività dell'ambiente e alla durata di progetto del tirante, il tirante stesso deve essere munito di ulteriori elementi di protezione.
In linea con quanto già detto all'art. 14.5 circa le soggezioni ambientali del tirante, sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1, per tiranti temporanei, in ambiente aggressivo e non aggressivo, per un periodo di esercizio inferiore a ventiquattro mesi;
- classe 2, per tiranti permanenti, in ambiente aggressivo e non aggressivo, per un periodo di esercizio uguale o comunque superiore a ventiquattro mesi

Per la **classe 1** è richiesto:
- per il tratto vincolato, la semplice protezione di ciascuna armatura mediante la già indicata copertura minima di 10 mm verso la parete del foro (salvo valutare ulteriori protezioni in caso di ambiente aggressivo);
- per il tratto libero, una guaina di plastica per ogni singola armatura, sigillata contro la penetrazione dell'acqua o riempita di un prodotto anticorrosione; la guaina può essere comune a tutte le armature e in questo caso può essere di plastica, ma anche di acciaio.

Per la **classe 2** è richiesta invece una doppia protezione che può essere realizzata:

- per il tratto vincolato, ad esempio con una delle due seguenti soluzioni:

• un tubo corrugato di plastica, contenente l'armatura, preiniettato con miscela cementizia (copertura minima di 5 mm tra tubo ed armatura; larghezza delle fessure nella miscela tra tubo ed armatura non superiore a 0,1 mm sotto il tiro di esercizio); il tubo avrà uno spessore di 1-2 mm a seconda del diametro e sarà a sua volta ricoperto da uno spessore di almeno 10 mm di miscela cementizia verso la parete del foro;

• un tubo corrugato di plastica o un tubo di acciaio, contenente l'armatura (copertura minima di 5 mm tra tubo ed armatura), munito di valvole a manicotto (spessore minimo 3 mm); il tubo sarà ricoperto da uno spessore di almeno 20 mm di miscela cementizia iniettata in pressione attraverso le valvole (pressione minima di 0,5 MPa; larghezza delle fessure nella miscela non superiore a 0,2 mm sotto il tiro di esercizio);

- per il tratto libero, ad esempio con una delle due seguenti soluzioni:

• una guaina di plastica per ciascuna armatura (riempita di composto protettivo lubrificante), con una guaina plastica comune per tutte le armature, riempita con prodotto anticorrosione molle o miscela cementizia;

• una guaina di plastica per ciascuna armatura (riempita di composto protettivo lubrificante), con un tubo d'acciaio comune per tutte le armature, riempito con miscela cementizia.

Per i sistemi di protezione anticorrosione è previsto che venga eseguita almeno una prova del sistema per verificarne l'ammissibilità. Il tipo di prova da realizzare per ogni sistema di tirante deve essere approvato dalla Direzione Lavori.
È facoltà della Direzione Lavori di richiedere la prova elettrica della protezione anticorrosione, cioè la misurazione dell' isolamento elettrico tra un tirante e il terreno circostante o la struttura. Le modalità di prova

sono illustrate nell'Appendice A della norma UNI 1537.

1.18.4)
Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori di alloggiamento dei tiranti sono le seguenti:
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;

- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di ± 2° ;
- la posizione della testa foro (intersezione dell'asse del tirante con il piano d'intestazione) non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

1.18.5)
Perforazione

Le attrezzature di perforazione dovranno rispondere ai requisiti richiesti dalle norme UNI EN 791 e UNI EN 996. Le pompe di alimentazione del fluido di circolazione dovranno assicurare le opportune portate e pressioni richieste dalla metodologia di perforazione adottata.
La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercussione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.
Il perforo potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature.
Il foro dovrà essere rivestito mediante rivestimenti tubolari metallici prowisori nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature.
Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambe eventualmente additivata con tensioattivi (schiume). Per perforazioni in terreni sciolti, in alternativa al rivestimento provvisorio del foro, è anche ammesso l'uso di fanghi polimerici, purché biodegradabili, e di miscele cementizie di opportuna densità. L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.
Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante.
In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova, in presenza di falde artesiane o quando la testa del foro si trovi a livello inferiore rispetto alla falda freatica in terreni particolarmente permeabili, dovranno essere messe in atto tutte le opportune precauzioni al fine di evitare fenomeni di espulsione incontrollata di materiale da bocca-foro ed il successivo dilavamento delle miscele durante la formazione del fusto del tirante. L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento che si rendessero necessarie all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.
Per un tirante ogni 50, e comunque su almeno un tirante se il numero totale dei tiranti risulta inferiore a 50, dovrà essere eseguita una ricostruzione stratigrafica qualitativa in funzione delle informazioni ricavate dalla velocità di avanzamento degli utensili di perforazione impiegati e dall'osservazione dei materiali di risulta.
Tale ricostruzione stratigrafica, la quale dovrà essere eseguita in contraddittorio tra impresa e personale tecnico della Direzione Lavori, è finalizzata alla conferma delle ipotesi avanzate in fase di dimensionamento in merito alla natura geologica-geotecnica delle formazioni che saranno coinvolte nella realizzazione dei bulbi di fondazione dei tiranti.
Le sonde di perforazione impiegate per la realizzazione dei "tiranti geognostici" dovranno essere attrezzate con un sistema di registrazione automatica computerizzata (datalogger) per il rilievo, la registrazione, l'elaborazione e la restituzione in continuo dei seguenti parametri (DAC test):

- profondità di perforazione;
- velocità di perforazione;
- velocità di rotazione in fase di perforazione;

- spinta in fase di perforazione;
- portata del fluido di perforazione;
- pressione del fluido di perforazione;
- energia specifica.

Le risultanze (grafici e dati numerici) dei DAC test dovranno essere tempestivamente trasmesse alla Direzione Lavori, in forma cartacea e su supporto informatico.
Qualora le risultanze stratigrafiche ed i diagrammi dei DAC test rivelassero formazioni "peggiori" di quelle ipotizzate in fase di dimensionamento, si dovranno fornire alla Direzione Lavori le necessarie evidenze per le valutazioni del caso, sentito eventualmente il Progettista.

1.18.6)
Assemblaggio e posa delle armature

Per l'impiego di ancoraggi con armature a barre o tubolari, nei quali l'assemblaggio è fatto in opera, le operazioni di assemblaggio dovranno essere eseguite da personale esperto ed essere effettuate via via che la barra viene infilata nel foro avendo cura che il collegamento dei vari tronchi, mediante manicotti di giunzione, avvenga secondo le modalità previste dal costruttore e che parallelamente le sigillature della eventuale guaina siano accuratamente eseguite.
La posa in opera delle armature dovrà awenire secondo modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.
I trefoli o barre ed i condotti d'iniezione dovranno fuoriuscire a bocca-foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione e di tesatura.

1.18.7)
Connessione al terreno

a) Generalità

La connessione del tirante al terreno è realizzata mediante la posa in opera (iniezione) della miscela d'iniezione. Questa avviene in fasi successive a seconda del tipo di tirante:

- iniezione semplice o di prima fase;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni del tirante (sacco otturatore e tampone interno, ove non prefabbricato);
- iniezione selettiva ripetuta in pressione;
- iniezione di riempimento del tratto libero del tirante.

Le fasi d'iniezione saranno effettuate in accordo a quanto previsto successivamente.

b)Iniezione semplice o di prima fase

L'iniezione semplice o di prima fase consiste nel riempimento, per tutta la lunghezza del foro, dello spazio tra la struttura del tirante e le pareti del foro stesso. Essa viene di norma eseguita immediatamente dopo la posa in opera del tirante, ma può essere eseguita anche immediatamente prima della posa del tirante, quando questa procedura possa costituire un'ulteriore garanzia della stabilità del foro e dell'agevole introduzione del tirante in esso.
Il riempimento sarà fatto con la miscela precedentemente descritta e, per i tiranti permanenti a trefoli, interesserà oltre all'intercapedine tra la guaina ed il foro, anche tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante. Tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato.

L'iniezione semplice è adatta

- in terreni di granulometria grossolana (ghiaie, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della malta iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro;
- in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti, congiunta eventualmente alla tecnica di perforazione con allargatori.

In questi tipi di terreno l'iniezione semplice è normalmente sufficiente ad assicurare le prestazioni del tirante

(cioè la sua resistenza esterna intesa come resistenza a trazione all'interfaccia tra fondazione e terreno), mentre in terreni di caratteristiche diverse si rende necessaria l'iniezione ripetuta in pressione.
Il riempimento dello spazio tra struttura del tirante e foro, e quindi anche dell'intercapedine tra foro e guaina della parte libera, sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti ed osservando che essa risalga fino a boccaforo e vi permanga finché interviene la presa: ove occorra si provvederà a riprese dell'iniezione o a rabbocchi per ottenere che la condizione di riempimento sia rispettata.

c) Iniezione ripetuta in pressione

Se la struttura del tirante prevede la presenza di un sacco otturatore per l'ulteriore separazione tra tratto libero e tratto vincolato (fondazione) del tirante, l'iniezione di riempimento del sacco viene di norma eseguita prima dell'iniezione ripetuta in pressione, attraverso le valvole del condotto d'iniezione assiale, che intercettano il sacco.
L'iniezione deve essere condotta lentamente ed a bassa pressione (non superiore a 0,5 MPa) per evitare di lacerare il sacco.
L'iniezione ripetuta in pressione consente di ottenere la resistenza esterna richiesta al tirante in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 500 MPa. L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive, fino ad ottenere pressioni di iniezione residue di 0,8-1,5 MPa, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante e ad instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito.
L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 50 cm di interasse lungo il tratto di fondazione del tirante.

Il tubo potrà essere disposto:

- coassialmente all'armatura ed avere diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- esterno all'armatura, in acciaio, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- coassiale all'armatura, ma interno alla guaina grecata di protezione e dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno; altre valvole, interne alla guaina, servono per il riempimento dell'intercapedine guaina/armatura.

Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

I - Riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela dalla valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del foro (iniezione di prima fase). Al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvole per renderlo agibile per le successive fasi d'iniezione;

II - Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola (isolando ciascuna valvola mediante un otturatore doppio) volumi di miscela non eccedenti le seguenti quantità:

Diametro foro (mm)	Volume max (l/valvola)
da 90 a 120	30,0
da 121 a 170	45,0
da 171 a 220	60,0

Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage).
La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 6 MPa. In caso che una valvola non si apra entro questo limite, la valvola stessa potrà essere abbandonata, salvo diverse istruzioni impartite dalla Direzione Lavori.

Al termine si effettuerà un lavaggio con acqua all'interno del tubo;

III - Avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione, osservando

gli stessi limiti di volume, limitatamente alle valvole per le quali, nella fase II):

• il volume non abbia raggiunto i limiti sopra indicati a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
• le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 0,8 MPa.

IV - L'iniezione può essere ripetuta ulteriormente, sempre senza superare i limiti di volume anzidetti e dopo la presa delle iniezioni delle fasi precedenti, qualora ciò risultasse necessario per il raggiungimento della desiderata capacità portante (resistenza esterna) del tirante.

Al termine delle operazioni di connessione al terreno del tirante si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio, il quale dovrà essere in perfette condizioni e privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura.

d) Iniezione in terreni o rocce di elevata permeabilità

In terreni altamente permeabili o in rocce fessurate si potranno verificare perdite incontrollate di miscela che potrebbero pregiudicare la formazione del tratto vincolato. In tali condizioni, preliminarmente alla posa del tirante dovranno essere eseguite nel foro prove in sito di permeabilità (prove d'acqua).

Nel caso che tali prove indicassero, per il tratto ancorato perdite superiori a 5.0 lt/min con pressioni di 0.1 MPa, si dovranno attuare misure preventive di riduzione del grado di permeabilità quali pre-iniezioni con apposite miscele di intasamento.

A seguito di tali operazioni, per la posa in opera del tirante si renderà necessaria la riperforazione del foro di alloggiamento, a cui seguiranno la posa del tirante e le normali iniezioni.

1.18.8)
Prove di carico

Prove di progetto su ancoraggi preliminari

Gli ancoraggi preliminari di prova (ancoraggi di progetto) - sottoposti a sollecitazioni più severe di quelle di verifica e non utilizzabili per l'impiego successivo - devono essere realizzati con lo stesso sistema costruttivo di quelli definitivi, nello stesso sito e nelle stesse condizioni ambiemtali.

gli ancoraggi preliminari di prova devono essere realizzati dopo l'esecuzione di quelle operazioni, quali scavi e riporti, che possano influire sulla capacità portante della fondazione.

Nelle valutazioni si terrà conto della varizione della resistenza allo sfilamanto nel tempo, per effetto del comportamento viscoso del terreno e dei materiali che costituiscono l'ancoraggio.
il numero di prove di progetto non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero degli ancoraggi è inferiore a 30;
- 2 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 31 e 50;
- 3 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 51 e 100;
- 7 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 101 e 200;
- 8 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 201 e 500;
- 10 se il numero degli ancoraggi è superiore a 500.

Prove di carico in corso d'opera sugli ancoraggi

Le prove di carico in corso d'opera devono essere effettuate su tutti gli ancoraggi per controllarne il comportamento sotto le azioni di progetto. la prova consiste nell'applicazione di un ciclo semplice di carico e

scarico; in questo ciclo il tirante viene sottoposto ad una forza pari a 1.2 l'azione di progetto P_d utilizzata nelle verifiche SLE, verificando che gli allungamenti misuarati siano nei limiti previsti e/o compatibili con le misure sugli ancoraggi preliminari di prova.

Tutti gli oneri relativi all'esecuzuione delle prove preliminari e delle prove in corso d'opera sugli ancoraggi, sono completamente a carico dell'Appaltatore.

1.18.9)
Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

Il carico di collaudo (P,) è pari a 1.2 volte il carico di esercizio (Pe,) e comunque non superiore a 0.9 P,(o.l)k (carico disnervamento dell'acciaio).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante un carico di riferimento iniziale P0 = 0.10 P, e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alla piastra di testata.

Il tirante dovrà essere caricato fino P, con almeno tre incrementi uguali. Poi il tirante dovrà essere scaricato al carico P0 e caricato di nuovo al tiro di bloccaggio Pb.

Al carico P, la durata del periodo di controllo delle deformazioni a carico costante per la definizione della velocità di creep K, dovrà essere:

- 5' per tiranti in roccia o in terreni non coesivi;
- 15' per tiranti con fondazione in terreni coesivi compatti (coesione non drenata > 0,2 MPa);
- 30' per tiranti con fondazione in terreni coesivi non compatti (coesione non drenata< 0,2 MPa).

In caso di non raggiunta determinazione della velocità caratteristica di creep, dovranno essere considerati tempi maggiori di attesa, tali da garantire I' ottenimento di tale valore.

Per l' accettazione del singolo tirante dovranno essere verificate le seguenti condizioni:

- lunghezza libera apparente Lapp;
- la velocità di creep K, non superiore a 1 mm.

Valori più elevati di K, potranno comunque essere ammessi se considerati accettabili nelle precedenti prove preliminari.

I tiranti che non soddisferanno i predetti requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la Direzione Lavori, sentito eventualmente il Progettista.
Resta inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Appaltatore.
E' facoltà della Direzione Lavori accettare diverse modalità di prova, facendo riferimento a quanto previsto nella norma UNI EN 1537.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,01 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (N.,).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di SO tiranti, o in caso di risultati che

diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

1.18.10)
Operazioni finali e protezione della testata

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà awenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tr;i guaina e trefolo con minime resistenze.

Per la testa dì ancoraggio del tirante il grado di protezione richiesto è diverso a seconda che il tirante rientri nella classe 1 o nella classe 2. Quanto segue riguarda essenzialmente i tiranti permanenti (classe 2), ma anche per i tiranti temporanei (classe 1) sarà cura dell'Appaltatore mettere in atto tutti i provvedimenti perché le teste d'ancoraggio mantengano la loro funzionalità per tutto il tempo di esercizio previsto, anche in vista dì eventuali controlli o riprese del tiro dei tiranti.

La protezione della testa d'ancoraggio si esplica in due direzioni: la protezione del piccolo tratto d'armatura immediatamente sotto la piastra di appoggio e la protezione della piastra stessa con i dispositivi dì bloccaggio e l'eventuale armatura in esubero.

Per la prima sarà predisposto un sistema d'iniezione atto a procurare un'efficace estensione all'ultimo tratto dell'armatura della protezione applicata al tratto libero: normalmente si prowede iniettando resine o miscele cementizie con additivi antiritiro attraverso condotti appositamente inseriti nella testa dì ancoraggio.

Per la seconda si applicheranno alla piastra ed agli altri componenti di acciaio della testa le protezioni previste dalle specifiche norme e dal presente Capitolato (zincatura, verniciatura, ecc.) per le strutture in acciaio. Inoltre, salvo i casi di deroga espressamente previsti in Progetto od autorizzati dalla Direzione Lavori, si dovrà consentire la successiva ispezione della testa, il controllo del tiro residuo e le eventuali successive riprese del tiro. Ciò potrà attuarsi di norma con uno dei seguenti prowedimenti, in ordine dì preferenza decrescente:

- predisposizione di una apposità cavità attorno alla testa, accessibile dall'esterno e protetta con idoneo dispositivo di chiusura a tenuta stagna, sufficientemente robusto e dotato di serratura a chiave, il quale a sua volta dovrà essere mantenuto in efficienza nel tempo. Qualora la testa sia a filo esterno della struttura, la cavità potrà essere sostituita da una capsula metallica, avente però le stesse caratteristiche prestazionali di tenuta, robustezza, difficoltà di effrazione e durabilità;

- incapsulamento della testa e di ogni altro elemento metallico da essa sporgente mediante calotte o involucri protettivi in polietilene o polipropilene o anche di acciaio (spessore minimo pari a 2 mm), completi di guarnizioni di tenuta e successivo inglobamento entro un getto di calcestruzzo armato. In questo caso le parti metalliche, prima del loro incapsulamento dovranno essere abbondantemente ingrassate con apposito grasso protettivo stabile nel tempo (per es. grasso alla grafite o al rame) o le capsule siesse iniettate a saturazione con grasso o paraffina stabili nel tempo. Inoltre sull'esterno della struttura, in posizione direttamente corrispondente a quella delle teste, dovranno essere applicate apposite marche atte a consentire, per tutta la vita utile della struttura, l'individuazione della posizione delle teste stesse.

In ogni caso, per un periodo adeguato (ove non espressamente determinato non inferiore a centottanta giorni), decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni dì tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ripresa di tiro da eseguire in tale periodo (ove non espressamente determinato a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo) nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori, che comunque non dovranno essere inferiori al 20% dei tiranti per ciascuna opera.

E' facoltà della Direzione Lavori richiedere che il sistema di protezione applicato alla testa d'ancoraggio sia sottoposto ad una prova preliminare di idoneità secondo le modalità che saranno indicate dalla Direzione Lavori.

1.18.11)
Documentazione dei lavori

Per ogni tirante, sia preliminare di prova che di progetto, dovrà essere compilata dall'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di miscela iniettata nelle varie fasi e sua composizione;
- date dì perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello e tempestivamente trasmesso dall'Appaltatore alla Direzione Lavori.

Operativamente, poiché le lavorazioni relative ad ogni singolo tirante si svolgono in fasi successive distanziate nel tempo, per consentire la tempestiva trasmissione dei dati parziali alla Direzione Lavori, la scheda citata sarà costituita da almeno tre sezioni concernenti rispettivamente:

- perforazione, posa del tirante ed iniezione di prima fase;
- iniezione ripetuta in pressione;
- collaudo e messa in tiro.

1.18.12)
Modalità di esecuzione delle prove sulla miscela fresca

a) Misura del peso specifico

La misura del peso specifico o peso di volume della miscela verrà eseguita in cantiere mediante l'apposita bilancia Baroid, secondo le modalità delle raccomandazioni API-RP13B.

b) Misura della fluidità

La misura della fluidità o viscosità della miscela verrà eseguita in cantiere mediante il cono di Marsh.
L'apparecchio è costituito da un recipiente (imbuto) tronco-conico caratterizzato dalle seguenti dimensioni:

- diametro della base superiore: 152 mm;
- altezza del tronco di cono: 305 mm;
- capienza del tronco di cono: 1.500 cm3;
- base inferiore costituita da un ugello di diametro interno 4,76 mm e di altezza 50,8 mm

La prova viene eseguita riempiendo completamente il cono di miscela (previa filtratura di eventuali grossolane impurità attraverso l'apposita rete metallica applicata alla base superiore del cono) e misurando il tempo di deflusso dì 1.000 cm^3 in un contenitore graduato sottostante al cono. Il tempo di deflusso, espresso in secondi, esprime il valore della fluidità o viscosità Marsh.

c) Misura della decantazione

La misura della decantazione della miscela verrà eseguita mediante una provetta cilindrica graduata da 1.000 cm^3.
La provetta verrà riempita di miscela esattamente al limite di 1.000 cm3 e tenuta in riposo al riparo dall'aria. La lettura diretta, ripetuta nel tempo, dell'altezza dell'acqua separatasi in sommità, rapportata all'altezza totale iniziale, esprime il valore dell'essudazione in funzione del tempo. Si assume convenzionalmente come valore finale dell'essudazione il valore rilevato dopo tre ore dal riempimento della provetta.
Il valore dell'essudazione sarà ritenuto accettabile se non sarà superiore ai limiti indicati ai paragrafi precedenti per i vari tipi di miscela.

CAPITOLO 19

BARRIERE STRADALI ED OPERE ACCESSORIE

Art. 1.19.1
Premessa - Operazioni preliminari di sicurezza

Le barriere di sicurezza stradale e i dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di fornire agli utenti della strada e agli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

a) barriere centrali da spartitraffico;
b) barriere laterali;
c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

In particolare le barriere possono essere previste per:

- la delimitazione di strade
- la regolazione del traffico
- la delimitazione di aree di cantiere, di aree riservate o pericolose, di aree di parcheggio
- la delimitazione di percorsi pedonali o ciclabili, deviazioni stradali.

Nel caso di lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e proteggere il personale dal flusso degli automezzi, nel rispetto delle norme di sicurezza.

Lo scarico degli elementi della barriera stradale dagli automezzi di trasporto potrà avvenire con una gru installata su automezzo o mediante elevatori muniti di forche.

Il personale dovrà essere munito del previsto abbigliamento ad elevata visibilità oltre che di DPI quali scarpe, guanti, occhiali ed in particolari casi di casco, cinture di sicurezza e quanto altro previsto dallo specifico sito e dalle vigenti norme in materia di sicurezza.

Le barriere stradali, di forma e dimensione indicati in progetto, saranno eseguite ovvero installate, se approvvigionate come elementi prefabbricati, lungo il tracciato progettuale o nei luoghi che la Direzione Lavori designerà.

Le barriere di sicurezza potranno essere costituite dalle seguenti caratteristiche tecniche e costruttive:

Art. 1.19.2
Barriere in calcestruzzo tipo NewJersey

La barriera di sicurezza multimpiego in calcestruzzo, denominata anche "barriera tipo NewJersey", trova largo uso in opere di delimitazione stradale e nella stragrande maggioranza dei casi si prescrive in forma prefabbricata a motivo della migliore finitura del prodotto e della presenza di certificazioni tecniche rilasciate in allegato dallo stabilimento di produzione.

Tale barriera antiurto, in qualsiasi configurazione sia progettualmente richiesta (es. spartitraffico, protezione laterale, ecc.) sarà conforme alle classi di contenimento con crash-test positivo ai sensi del D.M.

2367/2004 ed alla norma UNI EN 1317.

Il suo profilo sarà volto a minimizzare il danno ai veicoli in caso di contatto accidentale, mantenendo nel contempo la capacità di prevenzione di salti alla corsia opposta con conseguenti scontri frontali. Il risultato sarà ottenuto permettendo alle gomme del veicolo di salire sul piede a base inclinata, la cui pendenza obbligherà la ruota e quindi il veicolo ad allontanarsi dalla barriera.

Con le dovute predisposizioni il sistema risulta essere anche un valido supporto per recinzioni e cancelli, una protezione per scarpate o pendii, curve stradali o altre casistiche progettualmente indicate.

Per evitare l'alterazione della struttura costituita da calcestruzzo, con conseguenti fessurazioni e corrosione dei ferri di armatura, sarà necessaria una miscela di composizione con caratteristiche fisiche notevoli in quanto a durabilità. Tutti gli elementi dovranno essere idonei per l'utilizzo anche in ambienti montani sottoposti a cicli di gelo-disgelo (dove di solito avviene l'utilizzo di sali disgelanti per le strade) e/o in ambienti marini sottoposti a contatto diretto con l'acqua di mare o ad aerosol marino.

Il calcestruzzo costituente il manufatto, dovrà essere classificabile come "ad alta prestazione e resistenza", con profilo esterno liscio e privo di alcuna imperfezione (es. fessure, vuoti, ecc.).

A prescindere dal sito e dalla natura di impiego del manufatto prefabbricato, dovranno essere impiegati:

- calcestruzzo armato vibrato
- cemento 42,5 R o superiore
- armatura in acciaio Fe B450C
- elementi con resistenza a compressione almeno da 600 Kg/cmq (UNI EN 12390-3)
- elementi con classe di esposizione (UNI EN 206): **XF4** (resistente all'attacco di cicli di gelo-disgelo in condizioni di elevata saturazione con agente antigelo oppure acqua di mare) e/o **XS3** (resistente alla corrosione da cloruri presenti nell'acqua marina) ovvero $MANUAL$
- elementi con resistenza a flessione unitaria (UNI EN 196-1) da 60 N/cmq
- elementi prefabbricati in cls adatti all'utilizzo per recinzione con capacità portante (UNI EN 12839)
- cls resistente ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087) 0,7 daN/mq
- capacità di assorbimento d'acqua: < 6%
- prova di adesione vernice–supporto (UNI 8298-1) (Forza media = 1,0 ton).

La finitura finale della barriera dovrà essere:
- colorata con vernice a base di quarzo e resine acriliche lavabile ed idrorepellente

ovvero
- colorata con specifica verniciatura assorbi smog e autopulente costituita da un rivestimento protettivo trasparente, antinquinamento e antibatterico al biossido di titanio

ovvero
- realizzata in ghiaino lavato e spaccato, nel caso di ambientazioni di pregio o in contesti di arredo urbano.

Accessori forniti in opera con il manufatto

- Gruppi piastra di collegamento in acciaio da montare alla base delle barriere o fissare solidamente al terreno con forme di piastre ad "L".

- Fori verticali passanti ove sarà possibile inserire pali tondi, pali piatti o a T di diverse dimensioni per la realizzazione di una recinzione o l'installazione di segnaletica verticale.

- Piastre in acciaio inserite nel getto e collegate all'armatura alle quali si fisseranno, con viti inox, i montanti di eventuali cancelli autoportanti.

Tutti gli elementi accessori alla barriera saranno forniti e montati in opera per assicurarne la prestazione richiesta, in particolare comprensivi di:
- piastre con relativi tiranti, dadi, rondelle (il tutto in acciaio zincato a caldo),

- manicotti di giunzione per barre filettate,
- eventuali compensatori di quota,
- ogni altra prestazione, fornitura ed onere incluso atto ad assicurare la classifica di normativa richiesta.

Art. 1.19.3
Delimitazioni in plastica tipo NewJersey

La barriera stradale tipo NewJersey in polietilene (PE) trova largo impiego in opere di delimitazione stradale temporanea, delimitazione di spazi, parcheggi, piste e simili come pure nella cantieristica urbana.

Attraverso il sistema di fissaggio delle barriere si dovrà consentire la realizzazione di configurazioni lineari, curvilinee e altre forme indicate dal progetto o dalla Direzione Lavori.

Solitamente di colorazione rossa o bianca o secondo prescrizione progettuale, di colore $MANUAL$, le barriere dovranno essere cave per poterle zavorrare e riempire di acqua o sabbia e garantirne la stabilità sul piano stradale.

Le barriere saranno costruite con stampaggio rotazionale senza giunzioni nè saldature, in modo da assicurare maggiore durata e resistenza agli agenti atmosferici rispetto alle barriere realizzate con tecniche ad iniezione o accoppiamento.

Tutti i modelli dovranno essere predisposti per il collegamento degli elementi fra loro e con le seguenti caratteristiche:

- Materiale: polietilene ad alta densità;
- Resistenza agli agenti atmosferici e inalterabilità dei colori nel tempo (trattamento anti UV);
- Intervallo temperatura di esercizio: da - 30°C a + 60°C.

Gli elementi della barriera potranno essere forniti, a richiesta, completi di delineatori rifrangenti, di barra di collegamento e predisposizione per l'inserimento di pali per segnaletica verticale.

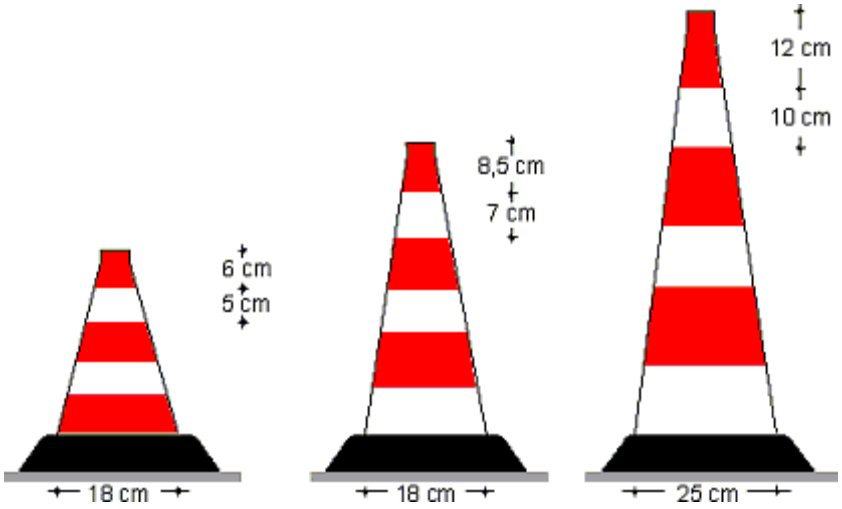
La barriera stradale sarà dotata di due tappi filettati posti rispettivamente nella parte superiore (carico) e nella parte inferiore al fine di scaricare la zavorra (acqua o sabbia).

Art. 1.19.4
Coni e delineatori

Il **cono** può essere usato per delimitare ed evidenziare zone di lavoro o operazioni di manutenzione stradale di durata non superiore ai due giorni, per il tracciamento di segnaletica orizzontale, incanalamenti temporanei, separazione provvisoria di opposti sensi di marcia e delimitazione di ostacoli provvisori.

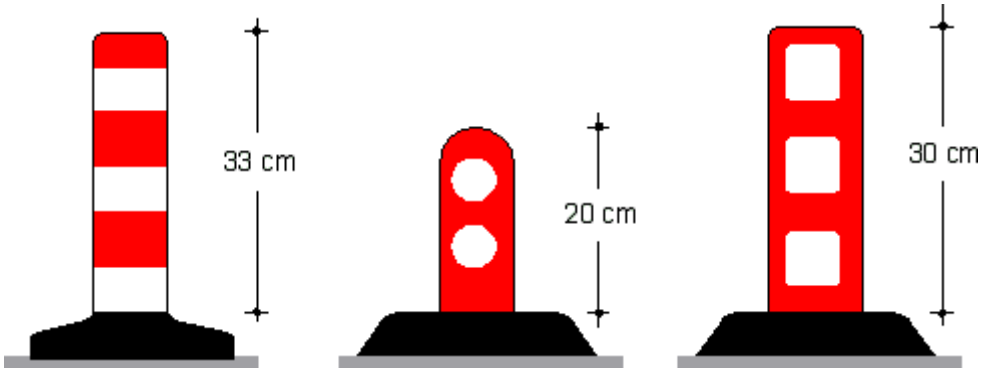
I coni da fornire e posare in opera dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica. Saranno di colore rosso con anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura). Il cono dovrà avere una adeguata base di appoggio appesantita dall'interno o dall'esterno per garantirne la stabilità in ogni condizione.

La frequenza di posa sarà di solito di 12 m in rettifilo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Il **delineatore flessibile** può essere usato per delimitare i sensi di marcia contigui, opposti o paralleli o per delimitare zone di lavoro stradale di durata superiore ai due giorni. I delineatori flessibili, lamellari o cilindrici, dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica; saranno di colore rosso con inserti o anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura sotto). La base del delineatore dovrà essere incollabile o altrimenti fissata alla pavimentazione. I delineatori flessibili, se investiti dal traffico, dovranno piegarsi e riprendere la posizione verticale originale senza distaccarsi dalla pavimentazione.

La frequenza di posa sarà di solito 12 m in rettifilo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Gli elementi prefabbricati per salvagenti pedonali e **delimitatori di corsia** possono essere realizzati in calcestruzzo, costituiti da sezioni componibili mediante appositi incastri. Essi devono essere impiegati solo nelle zone urbane per la creazione di isole pedonali di rifugio ovvero piattaforme di carico.

Le corsie riservate, in cui è permesso il transito solo a determinate categorie di veicoli, possono essere delimitate con elementi in rilievo tali da realizzare una cordolatura longitudinale. In tal caso, gli elementi in rilievo sostituiscono la consueta striscia gialla.

Gli elementi in rilievo, da utilizzare principalmente in ambito urbano, saranno costituiti da manufatti in materiale plastico o gomma di colore giallo. Dovranno essere dotati di un solido sistema di fissaggio alla pavimentazione in modo da impedirne lo spostamento o il distacco per effetto delle sollecitazioni derivanti dal traffico e dovranno essere posizionati in modo da consentire il deflusso delle acque piovane.

Gli elementi dovranno avere una larghezza compresa tra i 15 e 30 cm, altezza compresa (tra 5 e 15 cm) con una consistenza ed un profilo tale da consentirne il sormonto in caso di necessità. Potranno essere dotati di inserti rifrangenti o di altri sistemi catadiottrici per renderli maggiormente visibili.

I delimitatori di corsia in materiale plastico o gomma, dovranno essere omologati dal Ministero competente ai sensi dell'art. 192 del d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

Tale cordolo, in gomma naturale, composto da elementi modulari di lunghezza cm $MANUAL$, larghezza cm $MANUAL$ ed altezza cm $MANUAL$, dovrà avere colorazione gialla realizzata in pasta e non per verniciatura, con inserti rifrangenti in preformato. I vari elementi dovranno essere possibilmente dotati di innesti maschio-femmina tali da garantire la maggior stabilità possibile durante il periodo di esercizio. Dovranno altresì essere predisposti per l'inserimento di delineatori rifrangenti verticali e flessibili quali cilindri, bandierine e simili.

Il rapporto tra base ed altezza dovrà essere compreso tra due e quattro, il profilo trasversale dovrà essere convesso e la tangente al profilo, lungo l'intero sviluppo, non dovrà formare con l'orizzontale un angolo superiore a 70°.

I vari elementi saranno posti in opera mediante fissaggio con barre filettate e/o tasselli fissati mediante malte cementizie ad espansione o fiale di materiali indurenti bicomponenti. Il costo di tali elementi di fissaggio è compreso nel prezzo e della fornitura e della posa del cordolo di che trattasi.

CAPITOLO 20

COSTRUZIONE DI CONDOTTE GAS - SPECIFICHE TECNICHE

Art. 1.20.1) Generalità

Il trasporto del gas combustibile comprende l'attività di acquisizione o estrazione ed il trasferimento attraverso gasdotti, passando da tratti intermedi fino alla consegna all'attività di distribuzione o utenza finale.

Secondo la norma UNI EN 437 i combustibili gassosi vengono raggruppati in tre famiglie, in funzione dell'indice di Wobbe (Ws espresso in MJ/m^3) *(vedi tabella seguente)*:

Famiglia	GAS	Ws (MJ/m^3)	Densità	Pressione massima	Pressione alimentazione (mbar)		
		min-max	*d*	*(mbar)*	*min*	*nom.*	*max*
1a	gas manifatturati: • gas di città (G110) • biogas • aria propanata	20,5 - 28,7	<= 0,8 (leggeri)	40	6	8	15
2a	gas naturale: • metano (G20)	37,1 - 52,4			17	20	25
3a	GPL: • butano (G30)	72,0 - 85,3	> 0,8 (pesanti)	70	20	28-30	35

Per quanto riguarda gli impianti di trasporto e di distribuzione del gas è necessaria una classificazione sulla base della "pressione massima di esercizio" (MOP), cioè della massima pressione relativa alla quale può essere condotto l'impianto.

Art. 1.20.2) Tipologie di condotte

I materiali per la costruzione di gasdotti e reti si distinguono in base alla pressione massima di esercizio (MOP) alta, media e bassa del gas trasportato. Vedi la seguente tabella:

Classificazione condotte per la distribuzione del gas con densità d < = a 0,8				
Classificazione	tipo	Pressione *(bar)*	Velocità max *(m/s)*	
1ª specie	Alta pressione	Pe > 24 bar		Condotte per grandi linee di convogliamento
2ª specie		12 bar < Pe < 24 bar		
3ª specie		5 bar < Pe < 12 bar		
4ª specie	Media pressione	1,5 bar < Pe < 5 bar	25	Reti di trasporto
5ª specie		0,5 bar < Pe < 1,5 bar		
6ª specie		0,04 bar < Pe < 0,5 bar	15	
7ª specie	Bassa pressione	Pe < 0,04 bar	5	Distribuzione e consegna finale

Art. 1.20.3) Condotte ad alta pressione

Le grandi linee di convogliamento del gas naturale della 1ª, 2ª e 3ª specie dovranno essere in acciaio e, secondo i requisiti stabiliti dalla norma UNI EN ISO 3183, sia con saldature che senza.

La marcatura dei tubi dovrà includere il nome o marchio del fabbricante, gli estremi della norma osservata, la designazione simbolica dell'acciaio, il tipo di tubo (S o W, rispettivamente senza saldature oppure saldati), il marchio relativo al controllo e il numero di identificazione che consenta la correlazione tra il prodotto e il documento di controllo.

Lo spessore minimo ed il diametro del tubo da installare, sarà prescritto dalle indicazioni progettuali.

1.20.3.1) Costruzione di condotte gas in acciaio

Le condotte in acciaio avranno rivestimento esterno dei tubi da posare in trincea costituito da un triplo strato di Pe rinforzato, secondo la norma UNI 9099. Secondo le indicazioni progettuali, ovvero della Direzione Lavori, il rivestimento potrà essere in bitume del tipo pesante costituito da una bitumatura di base e da uno strato continuo di miscela bituminosa protetta da una doppia fasciatura di tessuto di vetro di alta resistenza meccanica impregnata di miscela bituminosa. I tubi da posare all'interno di fabbricati in locali adibiti a centrali di misura e riduzione, centrali di riduzione e regolazione della pressione e simili saranno privi di rivestimento e potranno essere zincati a caldo o verniciati a seconda di quanto prescritto in progetto.

Le tolleranze dimensionali sul diametro esterno saranno del ± 1% con un minimo di ± 0,75 mm a secondo della grandezza della condotta. Sullo spessore invece sarà del - 12,5% per tubi senza saldature e del -10% per tubi saldati e secondo quanto previsto alla norma UNI EN ISO 3183. I tubi dovranno essere diritti a vista e dovranno presentare sezione circolare entro le tolleranze citate. I tubi avranno lunghezza da 8 a 13,5 ml. Forniture di tubi di lunghezza inferiore a 8 ml dovranno essere preventivamente concordate con la Direzione Lavori.

I tubi dovranno essere provati idraulicamente in fabbrica ad una pressione di prova p in bar così definita:

$$p = 20 \times ST / D$$

dove:

p = è la pressione di prova idraulica, in bar;
S = è il 60% del carico unitario al limite di allungamento totale R_t 0,5 in newton al mm^2 del materiale;
T = è lo spessore specificato, in mm;
D = è il diametro esterno specificato, in mm.

La prova di trazione, in fabbrica, sarà eseguita conformemente alle modalità previste dalla norma UNI EN ISO 6892-1. La prova di schiacciamento, in fabbrica si effettuerà soltanto per i tubi saldati secondo le modalità previste dalla norma UNI EN ISO 8492.

Le variazioni di percorso delle tubazioni verranno eseguite adoperando curve e pezzi speciali prefabbricati o costruiti in opera, in relazione ai tracciati degli scavi, in modo da mantenere la condotta sempre al centro di essi. I collegamenti tra tubi di sezioni diverse o formanti nodi di derivazione dovranno avvenire esclusivamente a mezzo di pezzi speciali prefabbricati (riduzioni, pezzi a T, etc.).

1) *Saldatura condotte in acciaio*

Le tubazioni, prima della loro posa in opera, dovranno essere controllate accuratamente e pulite in modo da togliere qualunque corpo estraneo depositato o introdotto sia all'interno, sia sulle testate da saldare, quale terra, grassi, frammenti ferrosi, ecc., tali da pregiudicare una perfetta e razionale installazione. Peraltro, non dovranno sussistere nelle testate, ovalizzazioni marcate, le quali potranno essere rimosse con martelli in ottone, od altrimenti, se i difetti non potessero essere riparate senza pregiudicare l'integrità delle testate, verrà, a cura dell'Impresa, tagliata ed eliminata la parte di tubo in questione effettuando tagli ortogonali all'asse del tubo e riprendendo la sagomatura a smusso e finitura dei bordi con mole a disco, onde creare nuove teste per giunzioni. L'impresa dovrà fornire le attrezzature occorrenti alla esecuzione delle saldature, quali saldatrici, motosaldatrici, linee elettriche ed accessori vari, in perfetta efficienza tali da assicurare continuità e bontà del lavoro nonché sicurezza del personale.

Le giunzioni in campo delle tubazioni saranno eseguite mediante saldatura per fusione.

Il numero delle passate, mai inferiore a due, il diametro degli elettrodi impiegati e la velocità di avanzamento saranno scelti in funzione della preparazione dei lembi, dello spessore del tubo e del successivo raffreddamento.

Gli elettrodi, che dovranno essere immagazzinati in modo tale da non essere deteriorati ed intaccati dall'umidità, dovranno essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo di apporto deve risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

L'accoppiamento delle testate delle tubazioni da saldare, dovrà essere predisposto con idonei mezzi, tali da ottenere l'allineamento, il parallelismo delle teste e la coassialità reciproca.

Ottenuta la condizione di cui sopra, verranno eseguite tre puntature disposte a 120° una dall'altra, sulla circonferenza, tenendo presente che le parti da saldare non potranno essere a contatto, ma a distanza non inferiore a 1,5 - 2 mm. Le passate di saldatura non dovranno mai iniziare nello stesso punto ma ad almeno 90° dalla partenza delle precedenti e saranno effettuate a semicerchio alternativamente sulle facciate del tubo, iniziando dal basso verso l'alto.

Dopo ogni passata si dovrà aver cura di raschiare il cordone con appositi utensili, spazzola metallica e martellina, onde permettere il controllo a vista e la eliminazione di scorie o incrostazioni dannose e pericolose se inglobate in passate successive.

A saldatura ultimata, si dovrà ottenere in ogni giunzione un cordone con sezione uniforme su tutta la circonferenza della tubazione e tale che la parte superiore di tale cordone sia al di sopra della parte esterna del tubo. Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da pregiudicare la bontà delle saldature, ad insindacabile giudizio della D.L., esse dovranno essere sospese. In nessun caso si dovranno effettuare le saldature durante pioggia, vento forte, quando la temperatura sia al di sotto di 5 °C, o quando il tubo sia umido o bagnato.

L'Appaltatore, prima di intraprendere le operazioni di saldatura, dovrà consegnare alla D.L. l'elenco dei saldatori che intende impiegare nei lavori in parola, ed in ogni caso la D.L. si riserva l'accettazione o la sostituzione dei medesimi in qualunque momento dei lavori, senza che l'Impresa possa inoltrare alcuna richiesta di compenso o risarcimento danni.

Una volta accertata la buona esecuzione delle saldature, eseguite in opera, dovranno essere protette e rivestite con idoneo materiale e tipo di lavorazione. La protezione di fondo delle saldature verrà eseguita mediante la verniciatura a pennello con catramina sull'intera superficie scoperta delle testate delle tubazioni o parti saldate.

2) *Controllo delle saldature*

La qualità delle saldature sarà determinata mediante controlli distruttivi e non distruttivi a cura e spese dell'Appaltatore. I controlli saranno eseguiti di norma con apparecchiature prescritte dalla Direzione Lavori. A seconda del tipo di condotta e degli elementi oggetto di verifica si potrà optare per il metodo ad ultrasuoni, e ove opportuno, per controlli eseguiti con metodo radiografico. Per quest'ultimo saranno impiegate moderne apparecchiature del tipo direzionale o panoramico che producono radiografie utilizzando raggi X.

La penetrazione non sarà inferiore a 35 mm e la regolazione della tensione e della corrente sarà elettronica. Gli esiti di tali esami dovranno essere in grado di produrre radiografie di densità, definizione e contrasto tali che i difetti nella saldatura e nel tubo vicino alla saldatura siano chiaramente riscontrabili.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di ispezionare tutte le saldature, sia nelle fasi preliminari, sia durante e dopo l'operazione stessa, senza che ciò costituisca motivo da parte dell'appaltatore di pretendere compensi per intralcio al normale svolgimento del lavoro.

Il metodo di controllo adottato e le relative risultanze non solleveranno l'appaltatore da eventuali difetti individuati nei successivi collaudi in opera delle linee. I metodi di controllo delle saldature saranno i seguenti:

- controllo preventivo: in conformità alla norma UNI EN ISO 3834-2;
- controllo in corso d'opera: in conformità alla norma UNI EN ISO 3834-2;
- esame visivo;
- liquidi penetranti: in conformità alla norma UNI EN ISO 23277;
- magnetoscopia: in conformità alla norma UNI EN ISO 17638;
- radiografia: in conformità alle norme UNI EN ISO 17636-1 o equivalenti;
- ultrasuoni: in conformità alla norma UNI EN ISO 16828 o equivalenti;
- controllo distruttivo.

Art. 1.20.4) Condotte a media e bassa pressione

Le linee di media pressione (MP), della 4ª, 5ª e 6ª specie sono caratteristiche di reti con il prevalente compito di trasporto.

Le linee di bassa pressione (BP) di 7ª specie, sono invece destinate alla distribuzione e alla consegna finale.

I materiali costituenti le tubazioni potranno essere:

- in acciaio (con protezione catodica secondo UNI EN 12954)
- in ghisa sferoidale
- in polietilene ad alta densità (PEad)
- in rame (per applicazioni limitate alle parti aeree delle derivazioni d'utenza).

1.20.4.1) Costruzione di condotte in ghisa sferoidale

La ghisa sferoidale è un materiale relativamente moderno che si ottiene dalla ghisa grigia ma con proprietà di malleabilità e duttilità più elevate. Come l'acciaio, la ghisa sferoidale é in grado di sopportare elevate trazioni.

I giunti delle tubazioni in ghisa sferoidale saranno costituiti da un bicchiere contenente una guarnizione in gomma nitriloacrilica compressa da una sorta di flangia collegata al bicchiere con bulloni a martello: sia la flangia che i bulloni saranno in ghisa sferoidale.

L'Appaltatore dovrà essere dotato di tutta l'attrezzatura necessaria per il montaggio dei giunti compresi gli attrezzi speciali per il montaggio dei giunti. Il personale che eseguirà il montaggio dei giunti dovrà essere specializzato e di provata perizia.

Il montaggio dei giunti avverrà nello scavo opportunamente preparato come da descrizione ai punti "Movimentazione e Posa delle tubazioni" del presente Capitolato.

Prima di effettuare il collegamento, al fine di evitare che corpi estranei compromettano la tenuta dei giunti, sarà necessario ripulire accuratamente:

- la superficie delle testate dei tubi da collegare
- la sede delle guarnizioni (anelli)
- le controflange
- gli anelli di gomma.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere graduale con azione di serraggio alternata e incrociata al fine di evitare tensioni non equilibrate e curando il corretto posizionamento e l'uniforme compressione delle guarnizioni.

Qualora le condizioni di aggressività del terreno lo richiedano, la Direzione Lavori potrà imporre l'esecuzione di un rivestimento protettivo dei giunti, indicandone il materiale e le modalità di esecuzione.

Con le tubazioni saranno fornite e poste in opera a cura dell'Appaltatore tutti i pezzi speciali di idonea dimensione e/o diametro quali Te, croci, riduzioni, curve, ecc. necessari alla corretta posa del tracciato e comunque secondo le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

1.20.4.2) Costruzione di condotte in PEad

I tubi in polietilene ad alta densità (PEad) sono ricavati attraverso un processo di estrusione di un polimero di sintesi. La tubazione in polietilene da impiegare dovrà presentare ottime caratteristiche meccaniche, secondo le norme di riferimento UNI/TR 11481 e UNI EN 1555, sopportando le pressioni di progetto e resistendo allo schiacciamento.

I tubi del gas in polietilene ad alta densità per condotte convoglianti gas metano in media pressione (4a-5a specie) dovranno essere di tipo 316 serie S5, conformi alle citate norme di riferimento.

I tubi del gas in polietilene ad alta densità per condotte convoglianti gas metano in bassa pressione (6a-7a specie) dovranno essere di tipo 316 serie S8, conformi alle citate norme di riferimento.

Tutte le tubazioni sopra descritte, dovranno inoltre presentare apposito marchio di qualità rilasciato da IIPP; e dovranno essere dotati dei relativi gomiti, giunti di unione per elettrofusione, e pezzi speciali.

I tubi in polietilene devono conformarsi alle norme tecniche riconosciute, alle prescrizioni contenute nella presente specifica ed in particolare devono essere omologati da istituti riconosciuti dal Sincert, quale per esempio l'Istituto Italiano dei Plastici. E' indispensabile garantire la perfetta saldabilità dei tubi conformemente alle linee guida dell'organo competente in Italia (per es. Istituto Italiano della Saldatura).

Le caratteristiche chimico fisiche delle materie prime costituenti dovranno essere conformi ai requisiti delle normative di riferimento. I tubi per il gas potranno essere di colore nero con righe di coestrusione gialle o di colore giallo nelle varianti RAL, così come prescritto dalle norme.

La marcatura dei tubi dovrà essere a intervalli di un metro in modo tale da garantirne permanentemente la leggibilità. Per evitare un imbrattamento interno dei tubi, le testate del tubo dovranno essere sigillate per mezzo di un cappuccio o tappo in plastica.

Dovrà essere garantita la tracciabilità delle tubazioni con l'acquisizione ed il mantenimento di tutti i certificati emessi dal produttore.

I tubi in polietilene saranno impiegati soltanto con idoneo interramento a quota prefissata.

1) *Trasporto*

Nel trasporto dei tubi in PEad i piani di appoggio dovranno essere privi di asperità. I tubi dovranno essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli dovranno essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbragature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon

o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

2) *Carico e scarico*

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione verranno effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi dovranno essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni verranno effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

3) *Accatastamento*

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre o in rotoli non dovrà essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro.

Qualora i tubi siano accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari.

Nel caso di tubi di grossi diametri, le loro estremità saranno armate internamente onde evitare eccessive ovalizzazioni.

4) *Raccordi ed accessori*

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se forniti sfusi, si dovrà avere cura, nel trasporto e nell'immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

5) *Profondità di posa*

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEad dovrà essere almeno 1,00 m ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si dovrà procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessore prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorrerà utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

6) *Letto di posa*

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

7) *Posa della tubazione*

L'assemblaggio della condotta potrà essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici o manuali.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come giunti, valvole e simili dovranno essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni **nastri segnaletici** sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

8) *Giunzioni e saldature*

Le giunzioni delle tubazioni in PEad saranno eseguite, a seconda del tipo, con operazioni di saldatura e/o giunzione meccanica.

Le operazioni di saldatura dovranno essere sempre eseguite:

- da personale qualificato: gli operatori addetti alle attività di saldatura delle tubazioni dovranno essere adeguatamente formati secondo norma UNI 10761 e riconoscibili tramite tesserino personale a norma UNI ISO 12176-3;
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi, ecc. siano ridotti al minimo;
- in ambiente atmosferico in quiete (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

Le saldature saranno effettuate secondo norma di rintracciabilità UNI ISO 12176-4, a contatto secondo norma UNI 10520, a compressione, ovvero con giunti elettrosaldanti e l'uso di apposite macchine saldatrici (UNI 10521).

Saranno comunque consentiti raccordi con giunzione mista metallo-polietilene del tipo disciplinato dalla norma UNI 9736. I tratti verticali di tubazione di polietilene che fuoriesca dal terreno dovranno essere preferibilmente alloggiati in apposita traccia muraria chiusa, dopo essere stati inguainati in tubo rigido di PVC. Ove ciò non fosse possibile, tali tratti saranno semplicemente inguainati in tubi di PVC o acciaio ed opportunamente staffati al muro e chiusi all'estremità superiore con apposita guaina autorestringente.

Preparazione ed esecuzione della saldatura

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori maggiori.

Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

I due pezzi da saldare verranno quindi messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento viene inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento verrà estratto e le due testate spinte l'una contro l'altra ad una pressione idonea fino a che il materiale non ritorni allo stato solido.

La saldatura non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Per una perfetta saldatura il PEad richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 200 ± 10 °C;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare, tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0,5 kgf/cmq).

Giunzioni elettrosaldabili

Tali giunzioni si eseguono riscaldando elettricamente il bicchiere in PEad nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni).

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione e sarà impiegata secondo le istruzioni del fornitore.

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. A saldatura ultimata, la stessa non sarà forzata in alcun modo se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa alla temperatura di circa 60 °C.

Giunzione per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si useranno flange scorrevoli infilate su collari saldabili in PEad.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, con l'inserimento di idonee guarnizioni in tutti i casi. Le flange, a seconda dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

9) *Rinterro*

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare.

Art. 1.20.5) Movimentazione e Posa delle Tubazioni

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti norme tecniche emanate dai Ministeri competenti, in particolare:

- le disposizioni in materia di sicurezza e salute sul lavoro,
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento,
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorché le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone,
- altre eventuali particolari prescrizioni, purché non siano in contrasto con la normativa vigente per specifiche finalità di determinati settori (es. esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi).

Le prescrizioni dell'articolo "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale, ad ogni tipo di tubazione di cui agli articoli seguenti in questo capitolo, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, dovranno essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente.

1.20.5.1) Movimentazione delle tubazioni

1) *Carico, trasporto e scarico*

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere dovranno essere eseguite con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporsi quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

2) *Accatastamento e deposito*

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche. La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo. Tale altezza non dovrà mai superare i 2,00 metri, escluso lo spessore delle eventuali traversine.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta. Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

1.20.5.2) Scavo per la tubazione

1) *Apertura della pista*

Per la posa in opera della tubazione l'Appaltatore dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorrerà per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari alla installazione della condotta.

A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento; in alcuni casi potranno anche doversi costruire strade di accesso. L'entità e le caratteristiche di dette opere provvisorie varieranno in funzione del diametro e del tipo di tubazioni nonché della natura e delle condizioni del terreno.

2) *Scavo e nicchie*

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a DN + 50 cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Qualora la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezoidale con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi in trincea.

Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorologici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa di condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova di collaudo ed il rinterro.

1.20.5.3) Posa della tubazione

1) *Sfilamento dei tubi*

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli

indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendoli nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

2) *Posa in opera dei tubi*

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto ma lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dalla Direzione dei Lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di 20 ÷ 40 mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "*Movimentazione delle tubazioni*" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature impiantistiche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale dovrà essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e le apparecchiature.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, che le condotte vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele sarà a carico dell'Appaltatore.

3) *Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature impiantistiche.*

I pezzi speciali e le apparecchiature impiantistiche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi.

I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (valvole, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non sarà possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

4) *Prova d'isolamento e protezione catodica*

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, durante la posa della condotta e/o al termine delle operazioni di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati (anche mediante scintillografo), al fine di controllare la continuità del rivestimento protettivo, procedendo alla individuazione ed all'eliminazione dei punti di discontinuità del rivestimento.

Le tubazioni suddette, nei casi in cui la presenza di correnti vaganti o la natura particolarmente aggressiva dei terreni di posa lasci prevedere elevate possibilità di corrosione, verranno portate in condizioni di immunità cioè tali da neutralizzare ogni fenomeno di corrosione, mediante applicazione della protezione catodica prevista dalla UNI EN 12954.

A prescindere dal sistema con cui questa verrà eseguita, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, sarà nei suddetti casi comunque realizzata la protezione catodica temporanea, per impedire gli eventuali processi iniziali di corrosione che potranno manifestarsi specie nel caso di tempi lunghi intercorrenti fra la posa delle condotte e l'applicazione della protezione catodica.

5) *Giunzioni dei tubi*

Verificato l'allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità impiantistica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

6) *Nastri di avvertimento*

Appositi nastri di avvertimento e segnalazione in polietilene, del tipo atto ad essere individuato anche dopo il ripristino della pavimentazione, dovranno essere posizionati sopra le tubazioni dopo un parziale interramento.

1.20.5.4) Tecnologie no-dig

Se progettualmente previste, sarà possibile l'impiego di tecnologie "no-dig" (dall'inglese no-digging - "senza scavo") che permettono la posa in opera di tubazioni o la sostituzione di condotte interrate esistenti senza ricorrere agli scavi a cielo aperto, evitando le manomissioni di superficie (strade, ferrovie, aree ad alto valore ambientale, piazze, ecc.) ed eliminando così pesanti e negativi impatti sull'ambiente sia naturale che costruito.

Lo **spingi-tubo** è una tecnologia no-dig consistente in una trivellazione orizzontale non guidata con

successiva infissione di tubi (con controtubo o tubo camicia).

La tecnologia spingi tubo è analoga al microtunnelling ma si differenzia da questa per l'assenza di una testa fresante posta sulla testa di perforazione e per il fatto che lo scavo non può essere direzionato.

Tale tecnologia può essere utilizzata per la realizzazione di micro-gallerie rettilinee, di diametri compresi fra i 200 mm ed i 3500 mm, necessarie per attraversamenti trasversali di strade statali, linee ferroviarie e simili. Una volta realizzato l'attraversamento, (che normalmente viene completato con due pozzetti in calcestruzzo armato, uno di monte e l'altro di valle, in corrispondenza delle estremità del controtubo), all'interno del controtubo sarà infilata la condotta.

Prima di effettuare l'attraversamento con la tecnologia dello spingi-tubo, individuata la profondità di posa della condotta si predisporranno i due pozzi, uno di partenza ed uno di arrivo.

Il pozzo di partenza verrà realizzato, ad una adeguata distanza dall'opera da attraversare, e fungerà da camera di spinta. Le dimensioni e la profondità di tale camera saranno determinate dalle indicazioni progettuali ovvero da quelle della D.L. in funzione della quota dell'attraversamento.

Realizzata la camera di spinta, in essa si posizionerà l'attrezzatura di perforazione e spinta del tubo camicia costituita da:

- carrello di spinta dotato di martinetti
- scudo di testata completo di attrezzi per lo scavo sul fronte e pistoncini direzionali
- laser autolivellante per il controllo plano-altimetrico del fronte di scavo.

Quando la camera di spinta presenta una profondità maggiore a 2,00 metri, e/o deve essere scavata su un terreno che non presenta una capacità statica sufficiente, sarà necessario mettere in sicurezza lo scavo con adeguati sistemi di blindaggio (cassoni metallici di sicurezza) o palancolati; questi verranno utilizzati anche in presenza di un ampio battente di acqua di falda all'interno della camera di spinta, in questo caso sarà inoltre utile oltre all'aggottamento dell'acqua, la realizzazione di un getto di magrone sul fondo. Infine per il raggiungimento della camera di spinta sarà necessario prevedere delle piste carrabili per automezzi pesanti ed all'intorno della camera uno spazio di dimensioni utili all'allestimento del cantiere e per il deposito delle attrezzature.

Dalla camera di spinta l'avanzamento delle tubazioni avverrà per mezzo di una centrale idraulica che agisce con i martinetti sull'ultimo elemento tubolare posizionato facendo progressivamente avanzare all'interno della micro-galleria tutti gli altri elementi tubolari posizionati precedentemente.

Man mano che lo scavo procederà, i martinetti si ritireranno consentendo l'inserimento progressivo di altri conci in coda fino a quando non verrà raggiunto il pozzo di arrivo.

I martinetti faranno contrasto su un muro in calcestruzzo armato detto di controspinta opportunamente dimensionato.

Il **microtunnelling** è una tecnologia no-dig per spinta, idonea per l'installazione di nuove condotte, che consente attraversamenti in galleria di strade, ferrovie, corsi d'acqua, zone soggette a tutela ambientale, ecc. senza necessità di realizzazione di scavi in trincea.

La tecnologia del microtunnelling si può considerare una evoluzione di quella spingi-tubo e ricorda quella della TBM (o talpa meccanica) infatti la trivellazione è effettuata mediante l'utilizzo di una testa fresante a piena sezione.

Il suo impiego sarà rivolto soprattutto verso impianti che richiedono un elevato grado di precisione, dove è importante la precisione della livelletta. Infatti con questa tecnologia si possono installare condotte con una tolleranza, sia altimetrica che planimetrica, di pochi centimetri. Con questa tecnologia la tubazione verrà costruita per conci, e verrà fatta avanzare per spinta nel terreno preceduta da uno scudo di acciaio dotato di testa fresante, a partire da un pozzo di monte fino a quello di valle. I vari conci costituenti la condotta verranno assemblati giuntandoli progressivamente man mano che procede la trivellazione.

Individuata la profondità di posa della condotta si predisporranno due pozzi, uno di partenza ed uno di arrivo. Il microtunnel verrà posizionato sul fondo del pozzo di partenza ed inizierà a perforare il terreno a sezione piena. L'avanzamento dell'attrezzatura avverrà a mezzo di un carrello di spinta dotato di martinetti che agiscono sui tubi già installati, i quali fungeranno da colonna di trasmissione della spinta.

All'avanzare del fronte di scavo, i nuovi conci verranno man mano posizionati e giuntati in coda al microtunnel e trasmetteranno a questo la spinta. I martinetti faranno contrasto su un muro in calcestruzzo armato detto di controspinta opportunamente dimensionato, realizzato all'interno del pozzo di monte.

Con l'avanzamento del microtunnel il materiale di scavo sarà sospinto all'interno dello scudo dove verrà frantumato fino a dimensioni tali da poter essere trasportato all'esterno con circolazione di acqua o di acqua e betonite in circuito chiuso. Il sistema sarà guidato dall'esterno mediante una consolle di comando ubicata in un container, da cui sarà possibile controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato. La posizione della testa fresante verrà monitorata di continuo da un computer che elaborerà le informazioni raccolte da un sistema di puntamento laser, costituito da un bersaglio fotosensibile,

solidale con l'elemento di perforazione, colpito da un raggio laser originato da una sorgente ubicata nel pozzo di partenza. L'inserimento progressivo dei conci terminerà quando la testa perforante emergerà in corrispondenza del pozzo di arrivo. I vari conci così posati andranno a costituire un'unica tubazione che conterrà la spinta del terreno.

Art. 1.20.6) Rinterro

Rinfianco e rinterro parziale

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione".

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova di collaudo si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità e continuità.

Art. 1.20.7) Attraversamenti e Parallelismi

Attraversamenti e parallelismi con ferrovie e simili

Nei casi di interferenza (attraversamenti e parallelismi) di condotte gas (o convoglianti liquidi o sostanze solide minute, polverulente, pastose o in sospensione in veicolo fluido) e di canali con: ferrovie, tranvie extraurbane, filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti similari, saranno osservate le norme UNI e CEI vigenti ed in particolare le prescrizioni del D.M. 04 aprile 2014 n. 137.

Se progettualmente previsti, gli attraversamenti saranno distinti secondo la norma in:

- **interrati** (al disotto dei binari)
- **superiori** (mediante struttura portante propria ed attraversamenti con appoggio su altri manufatti)
- **inferiori** (realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti).

Tutte le condotte dovranno essere intercettabili a monte ed a valle dell'attraversamento. Gli organi di intercettazione dovranno essere ubicati in posizione facilmente accessibile, in modo che possa essere rapido l'intervento per intercettare il flusso in caso di necessità. Tali organi di intercettazione dovranno essere protetti da camerette interrate o pozzetti interrati o da recinti in modo che la loro manovra possa essere effettuata soltanto da personale addetto.

Si avrà cura inoltre, di predisporre tutti gli elementi accessori previsti dal caso specifico in quanto a tubi di protezione, sfiati, pozzetti e quant'altro necessario per rendere l'opera completa e funzionale.

Gli attraversamenti **interrati** saranno realizzati con un tracciato della condotta di norma rettilineo e normale all'asse del binario.

In prossimità di opere d'arte e di impianti tecnologici (sostegni trazione elettrica, antenne radio, ecc.) l'attraversamento dovrà essere realizzato in modo tale da non interessare le strutture delle opere d'arte e degli impianti stessi consentendone allo stesso modo l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione o consolidamento. In ogni caso l'attraversamento dovrà risultare a distanza dal filo esterno della struttura più vicina non minore dell'altezza del piano del ferro sul piano di fondazione dell'opera d'arte, con un massimo di 10 m. Nei confronti degli imbocchi delle gallerie va rispettata la distanza di 20 m.

La condotta attraversante dovrà essere contenuta entro un *tubo di protezione* di maggior diametro in acciaio ed avere uno spessore adeguato alle sollecitazioni da sopportare, comunque non inferiore ai 4 mm. Nel caso di tubazioni in polietilene posate con la tecnica della trivellazione controllata, il tubo di protezione potrà essere anche dello stesso materiale della condotta, ma non saranno comunque ammesse saldature delle condotte all'interno del tubo di protezione. La pendenza di posa dovrà essere uniforme e non inferiore al due per mille in direzione dello spurgo.

La condotta attraversante dovrà essere interrata — per una estesa corrispondente alla distanza tra le due rotaie estreme più 3 m al di là di entrambe — a una profondità tale che l'altezza del terreno sovrastante il tubo di protezione risulti di almeno 1,20 m e che il punto più alto del tubo stesso si trovi ad almeno 2 m al di sotto del piano del ferro (della rotaia più bassa se vi è sopraelevazione del binario).

Se in tale estesa ricadono cunette, la profondità di interramento rispetto al fondo d'essa dovrà risultare di almeno 0,80 m. Oltre detta estesa e fino a 20 m dalle rotaie estreme, la profondità di interramento non dovrà essere minore di 0,80 m. Andrà inoltre rispettata una profondità di almeno 0,30 m rispetto alle condotte d'acqua ed ai cavi interrati, di pertinenza delle ferrovie.

Nel caso di attraversamenti **superiori** con struttura portante propria dovranno essere progettati e realizzati con l'esclusione di strutture metalliche, e con un passaggio che consenta l'ispezione della tubazione (o delle tubazioni) la cui disposizione dovrà essere tale da renderne anche agevole la manutenzione.

Non sarà ammesso l'attraversamento di marciapiedi di stazione, di piani caricatori o di altre installazioni fisse. Non sarà ammesso altresì l'attraversamento di fasci di binari aventi larghezza maggiore di 20 m misurata fra le rotaie esterne dei binari estremi delle stazioni, delle fermate e degli scali merci. Negli altri casi non contemplati, invece, di 30 metri.

Nei casi di condotte con struttura portante propria quest'ultima dovrà assicurare un'altezza libera sul piano del ferro di almeno:

a): 7,2 m per le ferrovie elettrificate a 25 kV c.a.;

b): 7,0 m per tutte le altre ferrovie.

In ogni caso dovrà essere rispettato il franco elettrico minimo indicato nella CEI EN 50119.

Negli attraversamenti sopra alle gallerie, sia interrati che allo scoperto, quando lo spessore del terreno esistente tra il piano di posa della condotta e l'estradosso del rivestimento della galleria risulti inferiore a 10 m dovrà essere previsto il tubo di protezione indicato in precedenza da estendersi da ambo i lati della galleria di almeno 20 m.

Gli attraversamenti **inferiori**, cioè quelli realizzati in corrispondenza delle luci libere dei manufatti, saranno ammessi soltanto se compatibili con la funzione dei manufatti, secondo precisa indicazione della Direzione Lavori.

La profondità di interramento non dovrà essere inferiore a 0,80 m rispetto al piano di campagna o al piano stradale. Di norma la condotta dovrà essere posata preferibilmente in corrispondenza della mezzeria della luce libera dell'opera d'arte. Non sarà ammesso spingere gli scavi per l'interramento di condotte al di sotto dei piani di posa delle fondazioni di dette opere.

Se progettualmente prevista, si procederà alla costruzione di condotte in parallelismo alle ferrovie, poste in opera a distanze, profondità e caratteristiche tecniche dettate dalla normativa citata. Detti **parallelismi,** di norma, non saranno ammessi ad una distanza inferiore a 20 m misurata fra la generatrice esterna della

condotta lato binari e la più vicina rotaia.

Ultimato l'attraversamento o il parallelismo, si dovrà procedere:

1) ad effettuare tutte le prove e verifiche in contraddittorio tra le parti (Appaltatore, Direzione Lavori ed Ente responsabile della ferrovia) per accertare la rispondenza fra progetto approvato ed esecuzione degli impianti;

2) a redigere apposito Verbale di regolare esecuzione che dovrà essere firmato da funzionari responsabili delle parti.

Negli attraversamenti o parallelismi di cui è prevista la protezione catodica, trascorsi centottanta giorni dalla data di emissione del Verbale di regolare esecuzione, si procederà alla redazione in contraddittorio, a firma di funzionari responsabili delle parti, in duplice copia, di un altro verbale dal quale dovrà risultare che l'impianto di protezione catodica è funzionante, ben dimensionato e che la condotta ed il relativo tubo di protezione, in relazione alle caratteristiche dell'elettrodo utilizzato, siano mantenuti ad un potenziale tale da garantire una protezione equivalente a quella garantita da un valore di almeno 0,85 Volt negativi con l'utilizzo di elettrodo al solfato di rame (Cu-$CuSO_4$).

Il rilievo del potenziale di protezione catodica deve essere effettuato in conformità delle norme vigenti ed in particolare secondo la norma UNI 11094.

Attraversamenti di corsi d'acqua e strade

Si dovranno predisporre manufatti di attraversamento ogni volta che la condotta incontri:

- un corso d'acqua naturale o artificiale;
- una strada a traffico pesante.

Negli attraversamenti di corsi di acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovrappassaggio mediante piccoli ponti progettati per il sostegno della tubazione, oppure servirsi come appoggio di un ponte esistente. Nel caso di piccoli corsi d'acqua, come torrenti, sarà effettuato un sottopassaggio ricavato in una briglia del torrente, che abbia sufficiente robustezza.

In genere, in corrispondenza all'attraversamento di un corso d'acqua si ha un punto basso della condotta e in tale punto è conveniente sistemare un pozzetto.

Gli attraversamenti stradali saranno in genere posti in cunicolo, per non essere costretti, in caso di rottura del tubo, a manomettere la sede stradale per la riparazione; è in ogni caso necessario, quando non sia conveniente costruire un vero e proprio cunicolo, disporre la condotta in un tubo più grande (tubo guaina) od in un tombino, in modo da proteggerla dai sovraccarichi e dalle vibrazioni trasmesse dal traffico sul piano stradale e permettere l'eventuale sfilamento. Gli organi di intercettazione verranno posti in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta.

Le condotte contenute in tubi-guaina (es. negli attraversamenti stradali) saranno isolate elettricamente inserendo zeppe e tasselli - rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nella intercapedine fra condotta e tubo-gomma - di materiale elettricamente isolante e meccanicamente resistente. I tasselli non dovranno occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e saranno in numero tale che in nessun caso i tubi possano venire a contatto per flessione.

I tubi-guaina saranno dotati di adeguato rivestimento esterno; i tubi di sfiato dei tubi-guaina saranno realizzati in modo da non avere contatti metallici con le condotte.

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati.

Per le condotte urbane:

- nei parallelismi verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio); nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (es. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1 cm;

- negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (es. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a 2 ÷ 3 volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi.

Analogamente si procederà per le condotte extraurbane, nei parallelismi e negli incroci, quando la distanza di cui sopra si riduca a meno di 75 cm.

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo

La tubazione, per la parte in cui attraversa pareti, blocchi di ancoraggio o briglie in calcestruzzo ecc., conserverà il rivestimento protettivo e verrà tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura.

Se in corrispondenza all'attraversamento deve essere realizzato l'ancoraggio, si ricorrerà a cerniere protette con idonee vernici isolanti (es. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento.

Sostegni per condotte aeree

Fra la tubazione e le sellette di appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (es. polietilene, gomma telata, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni mediante collare di lamiera e zanche di ancoraggio.

Art. 1.20.8) Diramazioni utenze

Gli impianti di derivazione d'utenza saranno realizzati con materiali aventi le caratteristiche definite dalla norma UNI 9034. Nel caso di interventi di ristrutturazione o modifica di impianti esistenti si baderà alle indicazioni relative alla progettazione, costruzione e collaudo definite dalla norma UNI 9860.

Il **punto di consegna** d'impianto è il confine tra l'impianto di distribuzione, in possesso, gestito e sotto responsabilità del distributore, e l'impianto di utilizzo, in possesso e sotto responsabilità dell'utente finale.

La collocazione del punto di consegna, progettualmente previsto ovvero secondo le indicazioni della Direzione Lavori, potrà essere:

- in corrispondenza del campo contatori nelle adiacenze dell'utenza da servire;
- in uno specifico alloggiamento fabbricato fuori terra.

Se necessario o progettualmente previsto, per ciascun punto di consegna saranno installati idonei **giunti dielettrici isolanti** (Dispositivi che interrompono la continuità elettrica dell'impianto, mantenendone quella meccanica e funzionale).

Il giunto dielettrico sarà inserito nella tubazione normalmente mediante saldatura e/o filettatura ed avrà il medesimo diametro della tubazione. Durante il montaggio del giunto dovranno essere accuratamente evitate sollecitazioni termiche o meccaniche che possano danneggiare il materiale isolante, compromettendone l'efficacia funzionale. I giunti isolanti previsti dovranno essere conformi alla norma UNI 10284 per diametri fino al DN 80 ed alla norma UNI 10285 per i diametri maggiori.

La realizzazione del punto di consegna sarà quindi fornita e posta in opera completa di raccordi, curve e giunti di transizione necessari per una compiuta ed efficace funzionalità impiantistica del tratto finale successivo.

Dal percorso di distribuzione principale saranno previste opportune diramazioni impiantistiche d'utenza allo scopo di assicurare la consegna del gas combustibile al punto di utilizzo finale.

Opportunamente dimensionate, le diramazioni saranno in genere ortogonali alla rete e composte da un tratto interrato e talvolta da un tratto aereo. Il tratto interrato sarà giuntato alle dorsali di rete e denominato "presa", mentre quello aereo può comprendere colonne montanti ovvero tratte aeree d'utenza.

La parte aerea degli allacciamenti di utenza o colonna montante, sarà costruita in tubo d'acciaio zincato con giunzione filettata e raccordi in ghisa sferoidale zincati, nel rispetto delle norme di buona tecnica.

Le filettature delle giunzioni dovranno risultare adeguatamente guarnite con specifici materiali isolanti. Sono espressamente vietati l'uso di canapa e pasta speciale a base di siliconi. E' vietato l'uso di biacca, minio o vernici. Il tracciato della colonna montante dovrà risultare il più possibile rettilineo, in perfetta verticale nei tratti salienti, ed in piano o con leggera contropendenza nei tratti in orizzontale. Le tubazioni in acciaio zincato dovranno essere fissate alle pareti del fabbricato con apposite staffe posizionate lungo il suo percorso secondo quanto previsto dalle norme UNI, e non meno di una ogni 1,5 m di colonna montante verticale, ed una ogni 2 m di colonna montante orizzontale.

Il percorso del tubo dovrà svilupparsi sulle pareti esterne del fabbricato, limitando i percorsi all'interno solo agli eventuali innesti. Lo studio del tracciato dovrà prevedere il percorso più breve, scegliendo l'andamento a ridosso di lesene, spigoli, marcapiani od altro, favorendo le soluzioni che meno deturpino le facciate.

Non saranno in ogni caso eseguiti percorsi ed attraversamenti di: cavedi chiusi, ripostigli non aerati, canne fumarie, vani ascensori, scantinati, locali seminterrati se non ampiamente aerati, garages, laboratori ove si fa corrente uso di fiamme libere, sottopavimenti, intercapedini, ecc.

In tutte le situazioni, la colonna montante dovrà essere realizzata in modo da non creare situazioni di instabilità e/o potenziale pericolo per i mezzi circolanti, persone e cose.

Il tubo d'innesto sarà posato con le stesse modalità prima descritte per le colonne montanti.

L'innesto termina di norma al supporto o mensola contatore da collocare ancorata al muro.
La mensola dovrà di norma risultare ad un'altezza dal piano di calpestio non inferiore a m. 1,00 e non superiore a m 1,50. Sulla mensola é posto il rubinetto per contatore, il codulo ed idonea dima di chiusura.

I materiali ed i diametri da utilizzare saranno i seguenti:

I punti di ingresso all'utenza saranno costituiti da:
- una valvola a sfera filettata con mensola per contatore gas (completo di staffa per ancoraggio a tasselli);
- contatore gas;
- armadietto per contatore gas in acciaio inox/zincato

I **contatori** di gas combustibili, strumenti di misurazione dei volumi di gas, saranno muniti di totalizzatore numerico. Possono suddividersi in quattro famiglie di misuratori e risultano regolamentati da specifiche norme tecniche di armonizzazione europea, le quali definiscono i requisiti ed i metodi di prova per la costruzione, le prestazioni richieste e gli aspetti relativi alla sicurezza.

In funzione della portata nominale si suddividono nelle seguenti classi:

Classe	**Portata min** (m^3/h)	**Portata nom.** (m^3/h)	**Portata max** (m^3/h)
G1,6	0,016	1,6	2,5
G2,5	0,025	2,5	4
G4	0,04	4	6
G6	0,06	6	10
G10	0,1	10	16
G16	0,16	16	25
G25	0,25	25	40
G40	0,4	40	65
G65	0,65	65	100
G100	1	100	160
G160	1,6	160	250
G250	2,5	250	400
G400	4	400	650
G650	6,5	650	1000
G1000	10	1000	1600
G1600	16	1600	2500
G2500	25	2500	4000
G4000	40	4000	6500
G6500	65	6500	10000

I contatori previsti saranno del/i tipo/i seguente/i:
- misuratori di gas a membrana (UNI EN 1359)
- contatori di gas domestici ad ultrasuoni (UNI EN 14236)
- misuratori di gas a rotoidi (UNI EN 12480)
- misuratori di gas a turbina (UNI EN 12261)

I contatori previsti dovranno/non dovranno essere predisposti con sistema di telelettura secondo la norma UNI/TS 11291 e le indicazioni dell'Allegato A alla Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas

(AEEG) del 27 dicembre 2013, 631/2013/R/gas.

Art. 1.20.9) Pozzetti per apparecchiature

I pozzetti di calcestruzzo, per l'alloggio delle apparecchiature in genere saranno costruiti in numero e posizione, che risulteranno dai profili altimetrici delle condotte, anche su condotte esistenti, nei punti indicati dal progetto ovvero dalla Direzione Lavori: essi avranno in pianta le dimensioni interne e le altezze libere utili corrispondenti ai tipi indicati nell'elenco prezzi di contratto e nei disegni, inclusi la platea di fondazione, le pareti e la soletta di copertura; il calcestruzzo della platea e delle pareti avrà resistenza caratteristica Rck = 25 N/mm^2, quello della soletta di copertura Rck = 30 N/mm^2. La soletta sarà armata con ferro tondo omogeneo del diametro 10-12 mm ad armatura incrociata calcolata a piastra, in appoggio perimetrale, con il sovraccarico determinato dal passaggio di un rullo compressore di 18 tonnellate, considerando, fra quelli possibili, il caso più sfavorevole. In particolare, nella sagomatura dei ferri e nella loro distribuzione, dovrà essere tenuto conto del vano necessario all'accesso del pozzetto, che sarà costituito da un passo d'uomo a chiave, con piastrone e cornice in ghisa. Detto passo d'uomo, con coperchio a filo del piano stradale, dovrà avere la sezione interna utile di passaggio minima conforme ai disegni di progetto e dovrà consentire in ogni caso le azioni di manovra previste dal contenuto del pozzetto e dovrà resistere ai sovraccarichi citati. La soletta di copertura dovrà avere il ricoprimento di almeno 20 cm di pietrisco ed il piano di fondazione dovrà scendere fino alla quota necessaria ad ottenere l'altezza utile indicata.

I pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere sostenute da muretti anche in cotto, poggiati sulla platea opportunamente ancorati anche lateralmente contro le spinte orizzontali.

In particolare dovrà porsi cura che nell'interno dei pozzetti i giunti di collegamento siano liberi e staccati dalle murature in modo da consentire facile accesso o smontaggio. Le apparecchiature ed i pezzi speciali alloggiati nei pozzetti dovranno essere collegati tra loro da giunti che ne consentano un rapido smontaggio. I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno stuccati ad assestamento avvenuto con cemento plastico a perfetta tenuta o sigillati con speciale giunto waterstop. Le pareti, la platea e la soletta dovranno essere impermeabilizzate tramite la stesura di resine epossidiche o appositi prodotti epossi-cementizi. I pozzetti dovranno risultare ispezionabili e liberi da acqua di qualsiasi provenienza.

L'accesso dall'alto sarà permesso da scaletta alla marinara, in ferro zincato tondo del D.N. 20 mm ancorata alla muratura, estesa fra il fondo del pozzetto e la soletta di copertura. Ogni parte metallica scoperta situata entro il pozzetto sarà zincata a caldo. I pozzetti potranno essere ordinati dalla Direzione Lavori con la platea con funzione drenante senza che ciò comporti variazione di prezzo.

Art. 1.20.10) Riduttori

L'impianto di riduzione e regolazione costituisce l'organo più importante che ha lo scopo di dissipare l'energia potenziale di pressione che il gas ha a monte e per fornirne un'altra del livello richiesto per la rete alimentata a valle.

L'apparecchiatura di riduzione dovrà garantire entro limiti ristretti, la pressione in uscita, mentre dovrà consentire di variare con margini più ampi, la portata.

I riduttori, progettualmente indicati, potranno essere del tipo "a pilota" o "a molla".

Nel primo caso, l'unità **pilota** del riduttore svolgerà il compito di inviare al riduttore la pressione di motorizzazione, per posizionare l'otturatore in maniera da mantenere al valore prefissato la pressione regolata, indipendentemente dal suo variare a monte o della richiesta a valle, fino al limite della potenzialità del riduttore stesso. Al variare della pressione di valle infatti, il pilota interverrà automaticamente a modificare la pressione di motorizzazione e di conseguenza l'otturatore si muoverà aumentando o riducendo la sezione di passaggio del gas a seconda della necessità dell'impianto da alimentare. Tale sistema potrà essere previsto in presenza di reti di distribuzione che alimentano numerose utenze che richiedono costanza di pressione e che non hanno repentine variazioni di consumo.

I regolatori con comando **"a molla"**, costruttivamente più semplice, agirà invece direttamente su una molla tarata su una faccia di una membrana, mentre sull'altra faccia sarà presente la pressione regolata a valle tramite una presa diretta di impulso. Tale sistema potrà essere previsto in presenza di repentine variazioni di portata, specie nel campo industriale. Potranno essere previsti dei riduttori di soccorso (cd. monitor) installati come dispositivi di sicurezza montati in serie a monte del riduttore di servizio, e tarato ad una pressione leggermente superiore rispetto a quella di quest'ultimo.

Gli impianti di riduzione o cabine REMI costituiscono i punti di riconsegna della rete gas di trasporto nazionale e regionale, a cui si collegano le reti di distribuzione locale. Gli impianti potranno distinguersi nelle seguenti tre famiglie:

- ***cabine di 1° salto:*** di norma collegano la rete metanodotti a dimensione nazionale con le reti di trasporto e distribuzione locali. Le caratteristiche tecniche più importanti di questa tipologia saranno 1) il condizionamento con **preriscaldatori** (scambiatori di calore) alimentati ad acqua calda, viste le notevoli portate orarie e gli elevati salti di pressione previsti che danno origine a diminuzioni di temperatura proporzionali, 2) l'impianto di odorizzazione e 3) l'organo di misura realizzato da un'apposita sezione dell'impianto, costituita da tubi, valvole e by-pass, nella quale saranno montati gli organi di misura, venturimetrici per grandi portate e volumetrici per piccole portate, nel rispetto della normativa vigente.

- ***cabine di 2° salto:*** di norma appartengono alla classe che alimenta reti, più o meno estese, a Bassa Pressione a servizio diretto dell'utenza. Caratterizzate da un sistema di riduzione per linea e corredato da specifici accessori, tali cabine prevedono un salto di pressione generalmente limitato da circa 5 bar ad un massimo di 12 bar. La cabina sarà costituita da almeno i seguenti elementi:
  - linea di esercizio completa di due riduttori in serie, uno di servizio ed uno di riserva (monitor), un filtro, un organo di blocco ed accessori d'uso;
  - linea di riserva della stessa potenzialità e costituzione di quella di esercizio;
  - valvola di sfioro comune ad entrambi le linee;
  - armadio per gruppi di riduzione completo di ante e serratura, in acciaio inox/alluminio/acciaio zincato/verniciato

- ***riduttori di utenza civile:*** di norma a servizio di fabbricati mono e plurifamiliari avranno portate ridotte e salto di pressione entro i 5 bar. Possono essere installati in appositi alloggiamenti costituiti da manufatti posti fuori terra, interrati o seminterrati, ovvero essere previsti all'aperto quando faranno parte di complessi installati in zone recintate. Talvolta, se progettualmente previsto, potranno essere coincidenti col punto di consegna all'utenza.

I riduttori di utenza saranno quindi dotati di:
- due organi di blocco per massima e minima pressione;
- valvola di sfioro

Art. 1.20.11) Odorizzazione

Per odorizzazione del gas si intende l'introduzione nel gas distribuito, di per sé privo di odore, di una sostanza odorizzante (mercaptani e solfuri) che conferisce al gas un caratteristico odore agliaceo; tale odore deve consentire di avvertire nell'aria la presenza del gas prima che si creino condizioni di pericolo per esplosività e tossicità.

Il processo di odorizzazione sarà predisposto seguendo le diverse norme di riferimento nazionale ed internazionale per quanto concerne la progettazione, la costruzione, il collaudo e la sorveglianza degli impianti e dei depositi di odorizzanti (UNI 9463-1/3), i criteri di base, le concentrazioni ed i sistemi di controllo dell'intensità di odore (UNI 7133-1/2/4) (UNI EN ISO 13734), nonché le indicazioni relative alla composizione, le proprietà, il trasporto, l'utilizzo e lo stoccaggio.

Gli impianti di odorizzazione potranno essere del tipo:
- ad iniezione,

il regolatore elettronico riceve, dal calcolatore, la misura della quantità di gas erogato e definisce, in base ai parametri di programmazione, la quantità di odorizzante da inviare all'iniettore per garantire il tasso di odorizzazione ottimale;

- a lambimento,

si tratta di impianti di generazione più datata, in cui il gas prelevato a monte di un disco di riduzione, entra nel lambitore, un serbatoio posto in orizzontale dove il livello dell'odorizzante è mantenuto a metà per garantire la massima vaporizzazione del liquido, e lo attraversa. All'uscita il gas, impregnato dei vapori rientra nell'impianto e viene così immesso in rete odorizzato.

Art. 1.20.12) Collaudo delle condotte

Dopo la posa in opera delle condotte, si dovrà procedere alla prova combinata di resistenza e di tenuta a pressione secondo le modalità ammesse dalla norma UNI EN 1594 e dalle norme UNI EN 12007-1 ed UNI EN12007-3.

Tutte le apparecchiature di controllo necessarie per le prove (manometri, termometri, manotermografi, barometri ecc.) i compressori d'aria, le pompe di riempimento e di pressurizzazione, l'acqua necessaria e quanto altro occorrente per l'esecuzione delle prove stesse dovranno essere forniti dall'Appaltatore.

Qualora, a seguito delle prove di tenuta, si dovesse constatare l'esistenza di perdite, l'Appaltatore dovrà

curare la loro ricerca, individuazione ed eliminazione, mediante opportuni sezionamenti della tubazione, da effettuarsi in accordo con la Direzione Lavori.

Le spese affrontate per tale ricerca e la ripetizione delle prove di tenuta, saranno sostenute totalmente dall'Appaltatore, qualora le perdite riscontrate siano imputabili a Sua colpa o negligenza durante l'esecuzione del lavoro.

Le prove di tenuta verranno eseguite a cura dell'Appaltatore su reti ed impianti di derivazione in corso di costruzione.

La prova di tenuta sarà eseguita nel modo più razionale in relazione alle specifica situazione costruttiva, evitando di sollecitare elementi diversi dalla tubazione da collaudare.

La condotta ed il circuito principale del gas negli impianti di linea, impianti di riduzione e centrali di compressione devono essere collaudati ad una pressione pari ad almeno:
- 1,30 MOP per le condotte di 1a specie;
- 1,50 MOP per le condotte di 2a e 3a specie. *(vedi tabella seguente)*

Durante il collaudo, la pressione nella sezione più sollecitata del tronco non deve dar luogo ad una tensione superiore al carico unitario di snervamento minimo garantito per il tipo di materiale impiegato. Durante il collaudo, la pressione non deve superare di norma la pressione di prova idraulica in stabilimento dei componenti e le pressioni di collaudo ammesse per i componenti.

Il collaudo della condotta può essere eseguito per tronchi.

Il collaudo delle condotte è considerato favorevole se, dopo almeno 24 *(consultare la tabella seguente)* ore, la pressione si è mantenuta costante a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura ovvero se, in relazione alle variazioni di temperatura e pressione, il volume della sostanza è rimasto costante nei limiti della precisione degli strumenti di misura utilizzati.

Nel caso di tronchi costituiti da condotte fuori terra di breve lunghezza, da punti di linea o da impianti di riduzione e simili, il collaudo è considerato favorevole se, dopo almeno 4 ore, la pressione si è mantenuta costante a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura; in questi casi il collaudo può essere eseguito fuori opera.

Per le condotte delle centrali di compressione la durata minima del collaudo idraulico è di 24 ore.

Dal collaudo su indicato possono essere esclusi i riduttori di pressione, i contatori, i filtri e gli altri componenti per i quali è previsto il collaudo in fabbrica.

E' consentito l'inserimento in linea di spezzoni di tubo, raccordi e pezzi speciali senza l'esecuzione del suddetto collaudo purché gli stessi siano collaudati in stabilimento ad una pressione non inferiore a quella di collaudo prevista per la condotta.

Sono escluse dall'obbligo del collaudo idraulico quelle parti per le quali il collaudo prima dell'inserimento in linea non sia tecnicamente fattibile (ad esempio pezzi speciali per l'esecuzione di una derivazione da una condotta in esercizio).

Tutte le saldature di collegamento dei tronchi di collaudo o di inserimento nella condotta di pezzi speciali o spezzoni di tubo che non sono state collaudate, dovranno essere controllate con metodo non distruttivo in conformità alle norme di riferimento indicate dalla norma UNI EN 1594 e dalla norma UNI EN 12007-3.

Su dette saldature inoltre dovranno essere eseguiti controlli alla ricerca di eventuali perdite che potranno essere effettuati durante o dopo la messa in esercizio della condotta.

Per le condotte a mare, il collaudo idraulico può non essere necessario per le loro caratteristiche di opere monolitiche realizzate solamente attraverso la saldatura di tubi, senza valvole né collegamenti. Il controllo di qualità in tutte le fasi dell'opera, l'ispezione interna con idonei apparati e la prova di tenuta con gas inerte o gas naturale possono essere operazioni sostitutive del tradizionale collaudo idraulico.

I collaudi dovranno essere effettuati secondo le condizioni riportate nella seguente tabella:

Campo di applicazione	Specie	Tipo di prova	Pressione collaudo	Durata	Norme riferimento prove
MOP < = 0,5 bar	7ª e 6ª	pneumatica-idrostatica	1 bar	24 h (*)	UNI 9165 D.M. 16/04/08
0,5 bar < MOP < = 1,5 bar	5ª	pneumatica-idrostatica	1,5 MOP	24 h (*)	UNI 9165 D.M. 16/04/08

1,5 bar < MOP < = 5 bar	4ª	pneumatica-idrostatica	1,5 MOP	24 h (*)	UNI 9165 D.M. 16/04/08 D.M. 17/04/08
5 bar < MOP < = 24 bar	3ª e 2ª	Idrostatica (***)	1,5 MOP	48 h (*) (**)	UNI EN 12007-1/3 UNI EN 1594 UNI EN 12327 D.M. 16/04/08 D.M. 17/04/08
MOP > 24 bar	1ª	Idrostatica	1,3 MOP	48 h (*) (**)	UNI EN 1594 UNI EN 12327 D.M. 17/04/08

(*) 4 ore nel caso di condotte aeree di breve lunghezza;
(**) 24 ore nel caso di condotte di centrali di decompressione;
(***) nei casi di riconosciuta difficoltà di esecuzione della prova idrostatica è ammessa la prova pneumatica per tratti di condotta o di impianto di volume limitato.

Terminate le prove, la pressione dovrà essere scaricata. Su un apposito diagramma recante le pressioni di prova, dovrà risultare il tratto discendente e dovrà essere segnata la data e l'ora della fine della prova. In calce a tale diagramma dovrà risultare il tipo di apparecchio utilizzato, con l'indicazione della matricola e delle caratteristiche di quest'ultimo.

Nel caso di prove per tronchi, la pressione sarà ridotta a valori compatibili con l'esigenza di mantenere pressurizzati i tronchi stessi.

Nel caso in cui sia stata eseguita la prova idraulica, l'acqua dovrà essere completamente eliminata, tenendo conto delle disposizioni di Legge sulle modalità di smaltimento di quanto ritenuto inquinante (D.Lgs. n. 152 del 03 aprile 2006).

La condotta dovrà essere interamente ripulita facendo passare almeno una volta un pig idoneo in senso inverso a quello percorso dal pig nella fase di riempimento ed in ogni caso fino a raggiungere il completo svuotamento.

Per le prove con esito positivo, si dovrà redigere il verbale della prova di tenuta, che dovrà contenere tutte le indicazioni necessarie per individuare il tronco di condotta o l'impianto di derivazione (località, diametro, lunghezza, eventuali riferimenti topografici, ecc.) e i dati relativi alla prova (data e ora di inizio e fine, pressione iniziale e finale, dati relativi alle apparecchiature utilizzate e alla documentazione allegata, esito della prova, ecc.).

Il verbale dovrà essere firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore che hanno assistito alla prova.

Prova di isolamento elettrico

Nella costruzione della rete e degli allacciamenti interrati di acciaio l'Appaltatore dovrà curare l'isolamento elettrico delle tubazioni posate, e del tratto di impianto intercorrente tra la presa ed il giunto dielettrico compreso.

In particolare dovrà eseguire in corso d'opera:

a) il corretto rivestimento di giunzioni saldate, raccorderia, degli accessori e dell'organo di presa;
b) l'inserimento di materiale isolante negli eventuali incroci e vicini parallelismi, con altre strutture metalliche del sottosuolo;
c) la verifica della continuità ed omogeneità del rivestimento isolante, tale da garantire una protezione equivalente a quella garantita da un valore di almeno 0,85 Volt negativi con l'utilizzo di elettrodo al solfato di rame ($Cu\text{-}CuSO_4$).

L'accettazione delle opere sarà subordinata all'esito favorevole delle prove di isolamento verso terra eseguite per tronchi dell'intera rete posata, nel corso delle quali si verificherà che durante le operazioni di posa non siano state compromesse le caratteristiche dielettriche dei giunti isolanti.

A prova ultimata, dovrà essere redatto il Verbale di prova di isolamento che dovrà essere firmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore che hanno assistito alla prova.

Salvo diversi accordi contrattuali, valori minimi delle resistenze specifiche di isolamento dei vari tronchi di rete su cui vengono eseguite le prove di isolamento saranno i seguenti:

- 300.000 Ohm x mq (tubazioni in Media e Bassa Pressione senza impianti di derivazione)

- 150.000 Ohm x mq (tubazioni in Media e Bassa Pressione con impianti di derivazione)

In caso di esito negativo, le spese e gli oneri relativi agli interventi di scavo per individuare ed eliminare le interferenze elettriche saranno a totale carico dell'Appaltatore, come altresì la riparazione del rivestimento danneggiato delle tubazioni, il successivo rinterro dello scavo e l'eventuale ripristino delle pavimentazioni.

Art. 1.20.13) Garanzie e Documentazione

Garanzia degli impianti

Gli impianti ed i macchinari dovranno essere garantiti per la qualità dei materiali, per il montaggio e per il regolare funzionamento. Pertanto, fino al termine del periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per l'effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza di chi ne fa uso.

Prove dell'impianto

Tutte le prove che la Direzione Lavori ordini a suo tempo, sia per verificare la qualità dei materiali impiegati sia per verificare la funzionalità, l'efficienza e la resa dell'impianto o di una sua parte, sono a carico dell'Appaltatore compresi l'adatta manodopera, gli apparecchi e gli strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quanto altro occorrente per eseguire le prove e le verifiche dell'impianto.

Documentazione

Prima dell'emissione dello Stato Finale dei lavori, al fine di avere una esatta documentazione degli impianti installati, dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori i manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate e le certificazioni di collaudo.

CAPITOLO 21

NUOVA CONDOTTA FOGNARIA

CAPITOLO 1

TUBAZIONI

Art. 1.21.1.1
TUBAZIONI IN GENERE

Generalità

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche valgono le disposizioni dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*" del capitolo "*Qualità dei Materiali e dei Componenti*" esse devono corrispondere alle vigenti Norme tecniche.

Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli (tubazioni di acciaio, di ghisa, ecc.) del capitolo "Tubazioni" tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Fornitura diretta delle tubazioni da parte della Stazione Appaltante

In caso di fornitura diretta delle tubazioni, la Stazione Appaltante effettuerà le ordinazioni - tenendo conto del programma di esecuzione dei lavori - in base alle distinte risultanti dai rilievi esecutivi presentati dall'Appaltatore a norma dell'articolo "*Oneri e Obblighi diversi a carico dell'Appaltatore - Responsabilità dell'Appaltatore*".

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di disporre variazioni nello sviluppo delle opere in dipendenza anche della consegna delle forniture; e comunque non assume nessuna responsabilità circa eventuali ritardi nella consegna delle forniture, per cause ad essa non imputabili, rispetto alle previsioni.

La consegna delle forniture dirette della Stazione Appaltante avverrà, a criterio insindacabile della Stazione Appaltante stessa, su banchina franco porto oppure su vagone franco stazione ferroviaria oppure franco camion, su strade statali, provinciali o comunali, oppure franco fabbrica. In quest'ultimo caso la consegna sarà effettuata da incaricati della Stazione Appaltante subito dopo il collaudo della fornitura, al quale potranno intervenire incaricati dell'Appaltatore.

A collaudo avvenuto e ad accettazione della fornitura, l'Appaltatore - quando è prevista la consegna franco fabbrica - può disporne alla Ditta fornitrice l'immediata spedizione con l'adozione dei provvedimenti necessari a garantire che i materiali rimangano assolutamente integri durante il trasporto. Diversamente la Stazione Appaltante disporrà la spedizione direttamente nel modo che riterrà più opportuno, a spese dell'Appaltatore, preavvertendolo.

All'atto della consegna, l'Appaltatore deve controllare i materiali ricevuti e nel relativo verbale di consegna che andrà a redigersi deve riportare eventuali contestazioni per materiali danneggiati (anche se solo nel rivestimento) nei riguardi della fabbrica o delle Ferrovie dello Stato o dell'armatore della nave o della ditta di autotrasporti).

L'Appaltatore dovrà provvedere nel più breve tempo possibile allo scarico da nave o da vagone o da camion - anche per evitare spese per soste, che rimarrebbero comunque tutte a suo carico oltre al risarcimento degli eventuali danni che per tale causale subisse la Stazione Appaltante - e poi al trasporto con qualsiasi mezzo sino al luogo d'impiego compresa ogni e qualsiasi operazione di scarico e carico sui mezzi all'uopo usati dall'Appaltatore stesso.

I materiali consegnati che residueranno alla fine dei lavori dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante - con relativo verbale in cui sarà precisato lo stato di conservazione di materiali ed al quale sarà allegata una dettagliata distinta degli stessi - con le modalità che saranno da questa, o per essa dalla Direzione dei Lavori, stabilite.

Per i materiali che a lavori ultimati risulteranno non impiegati né riconsegnati alla Stazione Appaltante oppure che saranno riconsegnati ma in condizioni di deterioramento o danneggiamento, sarà effettuata una corrispondente operazione di addebito, al costo, sul conto finale.

Ordinazione

L'Appaltatore effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei

lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Appaltatore invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

"La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori opere di adeguamento idraulico del torrente Chiaravagna e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Appaltatore, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Appaltatore, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera".

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Appaltatore e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati con riferimento al valore della pressione nominale di fornitura PN.

L'Appaltatore richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa, di cui un esemplare verrà consegnato alla Direzione dei Lavori, contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

Accettazione delle tubazioni - Marcatura

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo capitolato nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili.

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311, UNI EN 10312, UNI EN 1123-1-2, UNI EN 1124-1-2-3, UNI EN 10224, UNI EN 13160-1.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma UNI EN 1092-1.

- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092-1.
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).
- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flange in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, entro 1 mesi dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Art. 1.21.1.2
TUBAZIONI IN PVC RIGIDO NON PLASTIFICATO (FOGNATURE)

Tali tubazioni, saranno impiegate come tubazionioni provvisorie, durante le fasi realizzazione del nuovo tratto di fognatura nera che inizierà poco a monte del ponte ad arco sul rio Ruscarolo, è terminerà a valle dell'edificio LEONARDO

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma UNI EN ISO 1452, UNI EN 1401 ed alle Raccomandazioni I.I.P. e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.

I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI EN ISO 1452-3 o UNI 1401-1.

Per la fognatura saranno impiegati tubi della serie 4 per la corrispondente pressione nominale di esercizio PN = 16 kgf/cm².

La condotta sarà collegata con il tipo di giunto Giunti a bicciere e a manicotto a scorrimento assiale con tenuta mediante guarnizioni elastomeriche.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Art. 1.21.1.3
TUBAZIONI IN PEAD (FOGNATURE)

Tali tubazioni, saranno impiegate come tubazionioni definitive, per la realizzazione del nuovo tratto di fognatura nera che inizierà poco a monte del ponte ad arco sul rio Ruscarolo, è terminerà a valle dell'edificio LEONARDO.

Le tubazioni previste saranno posate per gran parte dello sviluppo all'interno di un bauletto in calcestruzzo armato a protezione delle condotte.

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità dovranno essere in PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strenght) di 10 MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201, e a quanto previsto dal D.M. n.174 del 06/04/2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

I tubi in PEAD sono fabbricati con il polimero polietilene con l'aggiunta di sostanze (nerofumo) atte ad impedire o ridurre la degradazione del polimero in conseguenza della sua esposizione alla radiazione solare ed in modo particolare a quella ultravioletta.

I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse.

I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.

Per la fognatura saranno impiegati tubi previsti dalle norme UNI.

CAPITOLO 2

Chiusini e griglie

Art. 1.21.2.1
CHIUSINI

I chiusini per la copertura dei pozzetti della nuovo tratto di fognatura nera prevista in progetto, dovranno essere in ghisa sferoidale a norma UNI EN 1563 o in ghisa a grafite lamellare, saranno conformi alle norme UNI EN 1433 e UNI 4544/79 con resistenza a rottura indicata negli elaborati progettuali comunque conforme alle norme UNI EN 124, prodotti in stabilimenti ufficialmente certificati a norma ISO 9001 e provvisti di certificato corrispondente.

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni come da progetto, con fori e asole di fissaggio, muniti di guarnizione di tenuta in polietilene; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm; i coperchi saranno comunque muniti di chiave pentagonale con disegno antisdrucciolo sulla superficie superiore e marcatura corrispondente al carico adottato.

I chiusini e le griglie dovranno essere della classe di resistenza indicata a progetto; sono ammesse forniture con classe di resistenza superiore previa autorizzazione della D.L.

Il suggello di chiusura dovrà aderire perfettamente al telaio, senza dar luogo a spostamenti o movimenti di sorta al passaggio di carichi stradali. Ove indicato i chiusini potranno essere a tenuta stagna ed eventualmente con sistema di chiusura con serratura.

Inoltre i chiusini dovranno risultare privi di irregolarità, di soffiature, incrinature, vaiolature, stuccature, porosità e di qualsiasi altro difetto.

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (come riferimento alla presente norma)
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600)
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- il marchio di un ente di certificazione

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 ql. di cemento tipo 425 per m3 d'impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 quintali di cemento tipo 425 per m3 d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio. I Chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

L'Appaltatore è tenuto a sostituire i pezzi che risultino imperfetti e che subiscano rotture o guasti sia prima che dopo la posa in opera e ciò fino alla data di approvazione del collaudo se trattasi di imperfezioni imputabili

alla natura dei chiusini; l'Appaltatore sarà di conseguenza responsabile dei danni che deriveranno alla Stazione Appaltante od a terzi nel caso di rottura o di mancata o ritardata sostituzione dei pezzi in questione.

Art. 1.21.3
COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE DI PVC (ACQUEDOTTI E FOGNATURE)

1.21.3.1
Norme da osservare

Per la movimentazione e la posa dei tubi in PVC (cloruro di polivinile) saranno scrupolosamente osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

1.21.3.2
Movimentazione

Tutte le operazioni di cui appresso - per trasporto, carico, scarico, accatastamento, ed anche per posa in opera - devono essere effettuate con cautela ancora maggiore alle basse temperature (perché aumentano le possibilità di rotture o fessurazione dei tubi).

Trasporto

Nel trasporto bisogna supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nylon o similari; se si usano cavi d'acciaio, i tubi devono essere protetti nelle zone di contatto. Si deve fare attenzione affinché i tubi, generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, siano adagiati in modo che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

Nel caricare i mezzi di trasporto, si adageranno prima i tubi più pesanti, onde evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Qualora il trasporto venga effettuato su autocarri, i tubi non dovranno sporgere più di un metro dal piano di carico. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante il defilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinamento dei tubi sul terreno, che potrebbe provocare danni irreparabili dovuti a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Carico e scarico

Queste operazioni devono essere effettuate con grande cura. I tubi non devono essere né buttati, né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi caricandoli o scaricandoli dai medesimi; devono invece essere sollevati ed appoggiati con cura.

Accatastamento e deposito

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti (in questo modo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice).

I tubi devono essere accatastati ad un'altezza non superiore a 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25 °C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro, che provocherebbe

l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Raccordi e accessori

I raccordi e gli accessori vengono in generale forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucchiarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.

1.21.3.3
Posa in opera e rinterro

Letto di posa

Il fondo dello scavo, che dovrà essere stabile, verrà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde consentire che il tubo in PVC vi si appoggi per tutta la sua lunghezza.

Prima della collocazione del tubo sarà formato il letto di posa per una altezza minima di 10 cm distendendo sul fondo della trincea, ma dopo la sua completa stabilizzazione, uno strato di materiale incoerente - quale sabbia o terra sciolta e vagliata - che non contenga pietruzze; il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco di pezzatura 10 - 15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm.

Su tale strato verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 20 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore. Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati successivi non superiori a 30 cm di altezza, costipati e bagnati se necessario.

Posa della tubazione

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi in PVC devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

I tubi ed i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

Rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfianco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alto del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 3O%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

1.21.3.4
Pozzetti, giunzioni, prova e collaudo delle condotte in PVC per fognatura

1) Pozzetti

Per i pozzetti di una rete fognaria con tubazione in PVC (che devono essere stagni) le installazioni più frequenti sono le seguenti.

- Pozzetto di linee per ispezione e lavaggio con derivazione a 45°, la cui entrata deve essere chiusa con tappo a vite o con un normale tappo per tubi bloccato con una staffa.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza, con o senza acqua di falda. Se l'acqua di falda ha un livello superiore, verrà inserito un elemento di tubo di lunghezza adeguata, previo posizionamento di un anello

elastomerico in modo di garantire la tenuta da e verso l'esterno.
- Pozzetto di linea con immissione di utenza e cambio, in aumento, di diametro.
  L'aumento può essere ruotato di 180° in modo da determinare un piccolo salto. In presenza di acqua di falda vale quanto si è già detto precedentemente.
- Pozzetto di salto senza o con continuità di materiale.
- Pozzetto di linea di ispezione e di lavaggio totalmente realizzato in materiale plastico.

2) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PVC per fognatura saranno eseguite, a seconda del tipo di giunto, con le seguenti modalità:

A) Giunti di tipo rigido (giunto semplice o a manicotto del tipo rigido ottenuto per incollaggio).

a) Eliminare le bave nella zona di giunzione;
b) eliminare ogni impurità dalle zone di giunzione;
c) rendere uniformemente scabre le zone di giunzione, trattandole con carta o tela smerigliate di grana media;
d) completare la preparazione delle zone da incollare, sgrassandole con solventi adatti;
e) mescolare accuratamente il collante nel suo recipiente prima di usarlo;
f) applicare il collante nelle zone approntate, ad avvenuto essiccamento del solvente stendendolo longitudinalmente, senza eccedere, per evitare indebolimenti della giunzione stessa;
g) spingere immediatamente il tubo, senza ruotarlo, nell'interno del bicchiere e mantenerlo in tale posizione almeno per 10 secondi;
h) asportare l'eccesso di collante dall'orlo del bicchiere;
i) attendere almeno un'ora prima di maneggiare i tubi giuntati;
l) effettuare le prove idrauliche solo quando siano trascorse almeno 24 ore.

B) Giunti di tipo elastico (giunto semplice od a manicotto del tipo elastico con guarnizione elastomerica).

a) Provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
b) segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
c) inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
d) lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
e) infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;
f) le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.
   Per effettuare tanto una giunzione rigida quanto una giunzione elastica, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

3) Collegamento dei tubi in PVC per fognatura con tubi di altro materiale

Per il collegamento con tubo di ghisa, a seconda che questo termini con un bicchiere o senza il bicchiere, si usano opportune guarnizioni doppie (tipo Mengering) oppure si applica una guarnizione doppia e un raccordo di riduzione.

Per il collegamento con tubi di gres o di altro materiale si usa un raccordo speciale; lo spazio libero tra bicchiere e pezzo conico speciale viene riempito con mastice a base di resine poliestere o con altri materiali a freddo.

Per i collegamenti suddetti si seguiranno gli schemi indicati nelle Raccomandazioni I.I.P. per fognature.

4) Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura

La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

La tubazione dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria

curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria.

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

5) Verifiche, in sede di collaudo, della condotta in PVC per fognatura

In sede di collaudo dell'opera appaltata, sarà verificata la perfetta tenuta idraulica della tubazione e la deformazione diametrale; questa deve essere inferiore ai valori consigliati dalla raccomandazione ISO/DTR 7073.

La verifica può essere effettuata mediante strumenti meccanici (sfera o doppio cono) o mediante strumenti ottici (telecamere).

Dalla verifica possono essere escluse, per difficoltà di esecuzione, le tratte che comprendono i pezzi speciali.

Possono essere ammessi valori di deformazione, misurata due anni dopo l'installazione, superiori a quelli massimi sopra stabiliti, ma non oltre 1,25 volte, se si accerta che tale deformazione è dovuta ad un sovraccarico locale o ad un assestamento diseguale determinato dalla diversa resistenza dei letti di posa (con una conseguente flessione longitudinale), per cui si può dimostrare che la durata dell'installazione non è intaccata.

Art. 1.21.4
COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PEAD (FOGNATURE)

1.21.4.1
Norme da osservare

Per la movimentazione, la posa e la prova delle tubazioni in PEAD (polietilene ad alta densità) saranno osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.P.

1.21.4.2
Movimentazione

1) Trasporto

Nel trasporto dei tubi in PEAD i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli devono essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

2) Carico e scarico

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri e aguzzi.

3) Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il loro diametro.

Per i tubi in rotoli appoggiati orizzontalmente, l'altezza può essere superiore ai 2 m.

Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari.

Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 m), le loro estremità saranno armate internamente onde evitare eccessive ovalizzazioni.

4) Raccordi ed accessori

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

1.21.4.3
Posa in opera e rinterro

1) *Profondità di posa*

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEAD dovrà essere almeno 1,00 m ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In corso di lavoro, nel caso che si verifichino condizioni più gravose di quelle previste dalle norme vigenti e sempre che tali condizioni riguardino tronchi di limitata ampiezza per cui sussista la convenienza economica di lasciare invariati gli spessori previsti in sede di progettazione, si deve procedere ad opera di protezione della canalizzazione tale da ridurre le sollecitazioni sulle pareti del tubo ai valori stabiliti per la classe di spessori prescelta.

Ad esempio, in caso di smottamento o di frana che allarghi notevolmente la sezione della trincea nella parte destinata a contenere la tubazione, si potranno costruire da una parte e dall'altra della tubazione stessa, fino alla quota della generatrice superiore, muretti di pietrame o di calcestruzzo atti a ridurre opportunamente la larghezza della sezione di scavo.

In caso di attraversamento di terreni melmosi o di strade con traffico capace di indurre sollecitazioni di entità dannose per la tubazione, questa si potrà proteggere con una guaina di caratteristiche idonee da determinare di volta in volta anche in rapporto alla natura del terreno.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

2) *Letto di posa*

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

3) *Posa della tubazione*

L'assemblaggio della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

4) *Rinterro*

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il riscoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare.

1.21.4.4
Giunzioni e collegamenti

1) Giunzioni

Le giunzioni delle tubazioni in PEAD saranno eseguite, a seconda del tipo stabilito, con le seguenti modalità.

1.1. *Giunzione per saldatura*

Essa deve essere sempre eseguita:

- da personale qualificato;
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi ecc. siano ridotti al minimo;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

1.2. *Saldatura per polifusione nel bicchiere*

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (norme UNI EN 12201-1 e UNI EN 12201-3).

In tale tipo di giunzioni la superficie interna del bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, vengono portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante che dovrà essere rivestito sulle superfici interessate con PTFE (politetrafluoroetilene) o similari.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione, evitando ogni spostamento assiale e rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale. La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di 250 ± 10 °C.

1.3. *Saldatura testa a testa*

E' usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o con gas con regolazione automatica della temperatura.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

1.3.1. *Preparazione delle testate da saldare*

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarietà delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

1.3.2. *Esecuzione della saldatura*

I due pezzi da saldare vengono quindi messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un

sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento viene inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento viene estratto e le due testate vengono spinte l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata fino a che il materiale non ritorna allo stato solido.

La saldatura non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Per una perfetta saldatura il PEAD richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 200 ± 10 °C;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare, tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0,5 kgf/cmq).

1.4 *Giunzioni elettrosaldabili*

Tali giunzioni si eseguono riscaldando elettricamente il bicchiere in PEAD nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; sono consigliabili quando si devono assiemare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni).

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione e sarà impiegata secondo le istruzioni del fornitore.

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto devono essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale.

A saldatura ultimata, la stessa non sarà forzata in alcun modo se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50 °C.

1.5. *Giunzione mediante serraggio meccanico*

Può essere realizzata mediante i seguenti sistemi.

- Giunti metallici. Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti Gibault) e quindi necessitano di una boccola interna.

Nel caso che il graffaggio venga effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

- Raccordi di materia plastica. Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffiaggio sull'esterno del tubo.

1.6. Giunzione per flangiatura

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in PEAD.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, con l'inserimento di idonee guarnizioni in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

2) Collegamenti fra tubi in PEAD e tubazioni di altro materiale

Il collegamento fra tubi in PEAD in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (gres, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico (punto 1.5) o mezzo flange con collari predisposti su tubo (punto 1.6).

In questi casi è preferibile, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento tramite pozzetto di ispezione.

1.21.4.5
Pozzetti e prova idraulica delle condotte in PEAD per fognatura

I pozzetti di ispezione possono essere prefabbricati o realizzati in cantiere. In ogni caso si otterranno tagliando a misura un tubo di diametro opportuno e saldandolo su una piastra di PEAD. Le tubazioni (tronchetti)

di adduzione verranno saldate al pozzetto.

Infine l'unione delle tubazioni ai vari tronchetti si otterrà mediante saldatura di testa o, se predisposta, mediante flangiatura. Ultimato il collegamento delle tubazioni al pozzetto, lo stesso sarà rivestito da una struttura cementizia. La base d'appoggio in calcestruzzo sarà calcolata opportunamente in funzione della natura del terreno.

Si otterrà così il pozzetto finito in cui il cemento rappresenterà la struttura portante, mentre il tubo di PEAD rappresenterà il rivestimento interno. I tubi della condotta (tronchetti di adduzione) verranno bloccati nel cemento con anelli o collari di ancoraggio opportunamente predisposti. Tali anelli saranno ricavati da piastre di spessore s = 20 mm e saranno saldati d'angolo a gas caldo con sostegni di rinforzo a sezione triangolare, posti alternativamente d'ambo i lati del collare.

La prova della condotta dovrà accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; sarà effettuata sottoponendo a pressione idraulica la condotta stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare - di lunghezza opportuna, in relazione alla pendenza - attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle.

Art. 1.21.5
RINTERRO

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

Art. 1.22
PARATIE - DIAFRAMMI - PALANCOLE

La paratia e il diaframma sono strutture di fondazione infisse o costruite in opera a partire dalla superficie del terreno a sostegno di scavi o con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato.

1.22.1) Diaframmi di cemento armato gettati in opera

I diaframmi a parete continua sono costituiti da una serie di pannelli di cemento armato ottenuti scavando nel terreno, con l'ausilio di una speciale attrezzatura, una trincea (se necessario) tenuta aperta dall'azione del fango bentonitico e, successivamente, gettando in opera conglomerato cementizio così da formare i pannelli collegati tra di loro secondo modalità di vario tipo.

Il piano di lavoro deve essere mantenuto, durante la perforazione e l'esecuzione del getto, ad una quota superiore di almeno 1 m a quella di massima escursione delle falde.

L'impresa deve indicare le caratteristiche dell'attrezzatura di perforazione e le modalità di perforazione che essa intende adottare. In particolare, deve indicare la lunghezza dei singoli elementi di scavo (pannelli) in funzione delle esigenze costruttive dell'opera, della natura del terreno, della profondità di scavo, della sicurezza delle opere adiacenti e delle dimensioni caratteristiche degli attrezzi di scavo.

La perforazione va eseguita in maniera tale da evitare fenomeni di rilascio, di sifonamento, di sgrottamento del terreno e rapide variazioni della pressione del fango.

Il fango viene ottenuto miscelando acqua, bentonite in polvere e additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, ecc.) fino a formare una sospensione finemente dispersa.

La scelta del tipo di bentonite (certificato dal fornitore) va fatta in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo. Il dosaggio in bentonite (espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua) deve risultare non inferiore al 4% e non superiore al 10% e, comunque, essere tale da mantenere la stabilità dello scavo. Le attrezzature impiegate per la preparazione della sospensione devono assicurare la suddivisione minuta delle particelle di bentonite sospese. In ogni caso vanno installate vasche di "maturazione", del fango, nelle quali questo deve rimanere per un tempo adeguato, prima del suo impiego nella perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego devono essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico: non superiore a 1,1 t/m^3
- viscosità Marsh: compresa tra 30 sec. e 60 sec.
- temperatura: ≥ 5 °C.
- ph: 9-11

Nelle formazioni argillose compatte il fango non deve cedere acqua e non deve provocare il rigonfiamento delle argille.

Al termine della perforazione si deve procedere all'accurata rimozione del terreno smosso e dei detriti depositati sul fondo del foro, controllando la lunghezza del foro stesso.

Il foro di perforazione, sia nel corso dello scavo sia durante il successivo getto del conglomerato, deve risultare interamente riempito di fango.

I diaframmi vanno realizzati nella posizione e con le dimensioni indicate nei disegni di progetto, con una tolleranza di 10 cm rispetto alle coordinate planimetriche di ciascun pannello.

Il calcestruzzo dei diaframmi deve essere confezionato con inerti ed acqua rispondenti alle norme vigenti e con un quantitativo di cemento non inferiore a quanto revisto in progetto, e presentare una resistenza caratteristica a 28 giorni RcK non inferiore a quanto previsto dal progettista.

Il calcestruzzo può provenire anche da appositi impianti di preconfezionamento, purché i prelievi per le prove di accettazione regolamentari vengano eseguiti nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto e siano osservate - per quanto applicabili - le prescrizioni di cui alle norme vigenti.

Gli additivi eventualmente impiegati negli impianti di preconfezionamento, devono risultare chiaramente indicati e comunicati alla Direzione dei Lavori cui spetta riconoscerne l'ammissibilità sulla base di documentazione anche sperimentale. Il calcestruzzo per la formazione dei diaframmi va messo in opera con modalità dipendenti dalle attrezzature impiegate e in maniera tale che risulti privo di altre materie, specie terrose.

Per garantire un corretto e completo riempimento dello scavo predisposto per la formazione dei pannelli di diaframmi il calcestruzzo deve avere uno slump coerente con la classe di considtenza prevista in progetto.

La gabbia di armatura deve essere progettata e confezionata in modo da assicurarne la continuità ed essere dotata di opportuni distanziatori, atti a garantire la centratura dell'armatura rispetto allo scavo predisposto.

Il getto del calcestruzzo deve avvenire in modo continuo mediante tubo, o tubi, di convogliamento di diametro tale da garantire il libero flusso del calcestruzzo e controllando, ad intervalli regolari e mediante un apposito scandaglio, il livello via via raggiunto dal calcestruzzo.

Il tubo-getto deve essere sempre immerso sufficientemente nel calcestruzzo, così da evitare penetrazione di fango nel suo interno. Il getto di un pannello va completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di rifluimento. Quando sia necessario, in relazione alla lunghezza ed alla forma del pannello, adoperare due o più tubi-getto, questi devono essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita uniforme del calcestruzzo. Per nessuna ragione il getto deve venire sospeso. Un eventuale tratto di perforazione a vuoto tra il piano di lavoro e la sommità del diaframma va riempito con inerti puliti (oppure con calcestruzzo magro).

La tenuta idraulica tra pannello e pannello, se prevista in progetto, deve essere ottenuta mediante idonei giunti.

1.22.2) Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione dei Lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

1.22.3) Ancoraggi

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo - al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti - devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,2 volte la prevista forza di esercizio.

1.22.4) Palancole

L'esecuzione dei diaframmi di palancole avverrà mediante la tecnica della vibroinfissione continua.

I singoli elementi del profilo, secondo una sequenza che sarà indicata a seguire, verranno collocati in opera con l'ausilio di una apposita dima precedentemente apposta in sito.

L'infissione potrà avvenire da terra o da mare, in quest'ultimo caso con l'ausilio di idoneo mezzo marittimo, opportunamente ormeggiato in modo da garantire la perfetta esecuzione delle attività di posa in opera dei profili.

In ogni caso, il metodo di infissione è il medesimo.

Controllata la verticalità dell'elemento, si procederà all'infissione mediante apposito vibroinfissore idraulico ad alta frequenza collocato su gru, di idonea potenza, dotato di pinze per aggrappare l'elemento nella sua parte estrema di testa.

La vibroinfissione avrà termine quando l'elemento avrà raggiunto i requisiti di posizionamento previsti in progetto.

Trattandosi di paratia con profili misti ad alta resistenza, si dovrà eseguire l'infissione seguendo una precisa sequenza operativa che, in mancanza di più precise informazioni fornite dalla ditta produttrice e/o concordate in cantiere in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, dovrà essere la seguente (con riferimento ai profili adottati nel progetto definitivo):

1) - installazione della dima fornita per i profili selezionati sul primo sito selezionato;

2) - infissione dei profili ad H, seguendo un ordine sequenziale tipo sinistra - destra. Nell'ipotesi che la dima utilizzata permetta l'infissione continuativa di sette profili ad H senza alcun riposizionamento della dima stessa, ed ipotizzando di numerare, da sinistra verso destra i profili con la numerazione 0,1,2,3,4,5,6, l'infissione seguirà l'indicato ordine cronologico: 0,6,4,2,1,3,5;

3) - rimozione e successiva ricollocazione della dima in posizione attigua alla precedente;

4) - prosecuzione dell'infissione dei profili H secondo la procedura di cui al punto 2).

Terminata l'infissione dei profili H, si inizia quella dei profili doppio Z, con sequenza analoga sinistra - destra.

Se l'infissione di un qualunque elemento dovesse risultare difficoltosa, la procedura dovrà essere arrestata e dell'accaduto si darà notizia immediata alla Direzione dei Lavori, per promuovere accorgimenti e tecnologie mirate a risolvere il problema riscontrato.

L'esecuzione dell'infissione sarà preceduta da un controllo di qualità sugli acciai, eseguito a campione mediante prove meccaniche di laboratorio, a cura e spese della Ditta aggiudicataria dei lavori, e mediante acquisizione, da parte della Direzione dei Lavori, di tutti i certificati di qualità previsti dalle vigenti normative in materia, rilasciate dalla Ditta produttrice dei profili. Dovranno essere rispettate tutte le norme antinfortunistiche previste dal piano di sicurezza, a tutela dell'incolumità personale dei lavoratori addetti.

E' in capo alla Direzione dei Lavori il controllo degli allineamenti di progetto e della verticalità dei profili infissi, nonché delle sagome di progetto e dei tracciamenti preliminari. Inoltre, la Direzione dei Lavori non potrà accettare l'infissione di profili che risultino fuori sagoma, svergolati, o comunque affetti da vizi geometrici o meccanici riscontrabili a vista.

1.22.5) Palancole Infisse

a) Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali:
- adeguata resistenza agli sforzi di flessione,
- facilità di infissione,
- impermeabilità delle giunzioni,
- facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto),
- elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso. Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola. A tale scopo gli incastri prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide. Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite delle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

b) Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava. Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a quanto previsto in progetto e dovrà essere esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno. Potrà essere richiesta, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

1.22.6) Paratie Costruite in Opera

a) Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

b) Diaframmi in calcestruzzo armato.

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.
Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti e per il sostegno provvisorio delle pareti.
I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8-16 kg di bentonite asciutta per 100 l d'acqua, salvo la facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare una diversa dosatura.
Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.
Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.
Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.
I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della Direzione dei Lavori.
Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci. L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

1.22.7) Tolleranze Diaframmi

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

- posizione planimetrica dell'asse del diaframma rispetto alla linea mediana delle corree: ±3cm
- quota di testa diaframma: ± 5 cm
- profondità: ± 25 cm
- verticalità assoluta: ± 1%
- complanarità dei giunti: ± 1%

Per il controllo della geometria delle pareti si potranno utilizzare anche sistemi meccanici costituiti da una dima di controllo con dimensioni prossime a quelle di ogni elemento, sulla quale vengono applicati inclinometri oppure ecometri (tipo Koden) che consentano di restituire l'immagine della geometria dello scavo.
Il rispetto della complanarità dei giunti comporta una limitazione nella tolleranza ammessa per la verticalità assoluta dei pannelli; se un pannello è discosto dell'1%, il pannello adiacente deve essere discosto dalla verticale nella stessa direzione, oppure deve essere perfettamente verticale.
Ad ultimazione dello scavo di ciascun pannello si dovrà procedere alla registrazione dell'inclinazione dello stesso a mezzo di inclinometri applicati alle aste di perforazione; per garantire la complanarità dei pannelli, data la tendenza della benna d'inclinarsi in direzione dell'escavatore, sarà necessario operare con gli escavatori sempre dalla stessa parte del diaframma. Anche per pannelli singoli, da utilizzare quali strutture di fondazione, si prescrivono le tolleranze sopraindicate.

1.22.8) Materiali Diaframmi

Le prescrizioni che seguono integrano quelle di cui ai capitoli dei materiali per uso strutturale, che si intendono qui integralmente richiamate.

Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pannelli saranno costituite da staffe esterne ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie", i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro e/o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe con i ferri longitudinali al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. In questo caso devono sempre essere rispettate le prescrizioni di normativa relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre. Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

E' ammessa invece la giunzione mediante impiego di morsetti. con una sovrapposizione non inferiore a 40 diametri e comunque in linea con le prescrizioni progettuali. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo finale di 6 cm. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%. I centratori saranno posizionati sul perimetro del pannello a distanza di circa 3 metri. Ulteriori distanziatori saranno posizionati sulla faccia del pannello in modo tale che la spaziatura degli stessi, sia in orizzontale che in verticale, sia non superiore a 3 metri.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine ed essere mantenute in posto, prima del getto senza che appoggino sul fondo dello scavo. Qualora sia prevista la tirantatura del pannello, dovranno essere posizionati nell'armatura dei tubi guida, aventi diametro maggiore del tirante, passanti in tutto lo spessore del pannello medesimo. Le relative cassette, nelle quali posizionare le piastre di ripartizione del tirante, dovranno essere predisposte con l'inclinazione prevista dal progetto.

Conglomerati cementizi

Saranno conformi a quanto prescritto nel fascicolo di calcolo e alle prescrizioni indicate nel capitolo relativo ai materiali per uso strutturale.

Fanghi bentonitici

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLA BENTONITE IN POLVERE

- Residuo al vaglio da 10.000 maglie cm^2 ≤1%
- Tenore di umidità ≤15%
- Limite di liquidità >400%
- Viscosità Marsh della sospensione al 6% in acqua distillata > 40"

- Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore ≤ 2%
- Acqua separata per pressofiltrazione di 450 cc della sospensione al 6% in 30’ a 7 bar ≤18 cc
- pH dell’acqua filtrata 7 ≤ pH < 9
- Spessore del cake sul filtro della filtro-pressa ≤ 2.5 mm

I fanghi saranno ottenuti per idratazione della bentonite sopra descritta in acqua chiara di cantiere, con eventuale impiego di additivi non flocculanti. Il dosaggio di bentonite, in peso, deve risultare di norma compreso fra il 4 ed il 7%.
Variazioni in più o in meno saranno stabilite, in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:

- dosatori - mescolatori automatici (è ammesso, l'impiego di mud - hopper);
- silos di stoccaggio della bentonite in polvere;
- vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;
- relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;
- vasche di recupero;
- dissabbiatori;
- vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango verrà ottenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua dolce di cantiere;
- bentonite in polvere;
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, etc.).

Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di “maturazione” del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata nella perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore. Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico: non superiore a 1,1 t/m^3
- viscosità Marsh: compresa fra 30" e 60"
- temperatura: > 5° C
- pH: 9-11

<u>Controlli sul fango</u>

Sul fango bentonitico saranno eseguite, con la frequenza e le modalità indicate sulla Specifica di Controllo Qualità, le prove di controllo atte a determinare i parametri di seguito specificati:

- caratteristiche della bentonite
- caratteristiche dell'acqua
- densità del fango bentonitico fresco
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto; in caso di esito non soddisfacente l'APPALTATORE sostituirà, parzialmente od integralmente, il fango per ricondurlo alle seguenti caratteristiche:
    - contenuto in sabbia del fango ≤ 5%
    - densità ≤ 1,15 t/m^3

Fanghi polimerici biodegradabili

Trattasi di fanghi ottenuti mediante polimeri biodegradabile, viscosizzanti e sospensivanti per fanghi per perforazioni. Nella ipotesi che la DL prescriva tali materiali dovrà essere utilizzato un derivato da biopolisaccaridi ramificati ad altissimo peso molecolare e che data la sua origine naturale può venire facilmente metabolizzato dai più comuni microorganismi (batteri, funghi e lieviti) presenti nel terreno e nelle acque. La particolare struttura delle catene polisaccaridiche di questo tipo di fango devono comunque garantire che, anche a bassi dosaggi, si raggiungano degli elevati valori di viscosità, potere sospensivante dei detriti e stabilizzante delle pareti dello scavo sulla base delle formazioni litologiche presenti e descritte dei documenti di carattere geologico e geotecnico. Il meccanismo di stabilizzazione è basato sulla capacità di far assumere al fluido viscoso di cui fa parte (una volta che questo è penetrato per alcuni centimetri nella formazione) una struttura di tipo "gel" che blocca la mobilità del fluido stesso e che, di conseguenza, permette di consolidare le pareti. Deve essere inoltre possibile modificare in situ la reologia del prodotto tramite l'aggiunta di un particolare additivo, passando ad un gel immobilizzante che permette di evitare qualsiasi franamento o immissione di acqua di falda.

Dati ecologici dei fanghi polimerici

Il prodotto deve essere non tossico, deve poter essere usato con sicurezza in aree ad alta sensibilità ecologica e deve resistere alla degradazione batterica.
In ogni caso se l'acqua utilizzata è contaminata da batteri o se il fluido è utilizzato per più di tre giorni, è consigliabile l'impiego di appositi additivi.

Dosaggio

Secondo le schede di prodotto.

1.22.9) Modalità esecutive Diaframmi

Prescrizioni generali

Nella esecuzione dei diaframmi dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a realizzare l'opera conformemente ai requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda il rispetto della verticalità, la complanarità e la impermeabilità dei giunti. Le attrezzature, gli utensili e le modalità di scavo dovranno essere definite dall'APPALTATORE in modo da assicurare il raggiungimento delle profondità di progetto, l'attraversamento di eventuali strati di terreno lapidei o cementati, l'immorsamento nel substrato roccioso, etc..

La distanza minima fra gli assi di due scavi attigui, in corso, appena ultimati o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

La perforazione a secco senza fanghi di stabilizzazione non è di norma ammessa, salvo, e previa informazione alla DIREZIONE LAVORI, il caso in cui si operi in terreni coesivi caratterizzati da valori della coesione non drenata $cu \geq \gamma H/3$, esenti da intercalazioni incoerenti, non interessati da ingresso di acqua nello scavo e non rigonfiabili (γ = peso del volume totale).

Attrezzature

Escavatori

Le caratteristiche degli escavatori e delle gru di servizio dovranno essere scelti dall'APPALTATORE in relazione alle capacità operative effettivamente necessarie per eseguire gli scavi ed i getti in conformità con le prescrizioni di progetto.

Benne mordenti

Le dimensioni delle benne mordenti dovranno corrispondere alle dimensioni nominali dei pannelli da scavare, a meno di prevedere lo scavo di pannelli multipli. Le benne mordenti possono essere a funzionamento idraulico o meccanico. Le benne possono essere manovrate mediante fune libera, o tramite aste di guida tipo Kelly. Le attrezzature Kelly possono essere del tipo monoblocco, o telescopico. Nei Kelly telescopici i dispositivi di battuta devono essere tali da evitare rotazioni relative tra le varie aste. L'ancoraggio del Kelly sull'escavatore deve essere realizzato in modo da ridurre gli effetti di beccheggio dell'attrezzatura, conseguenti alla variazione di baricentro durante le manovre di scavo. In caso di pannelli di notevole profondità o di scavo mediante benna libera la benna deve essere predisposta con un telaio di guida “spalla” dimensionato in maniera tale da eliminare ogni rotazione, seppur minima, sull’asse del pannello e la tendenza alla variazione sulla verticale.

Idrofresa

Le frese idrauliche per lo scavo dei pannelli dovranno essere costituite da due ruote fresanti, dotate di opportuna dentatura, in movimento rotativo sincrono opposto. I tamburi fresanti saranno azionati da motori idraulici ad albero fisso e telaio ruotante inseriti al loro interno, oppure ad essi collegati con opportuni cinematismi. Il telaio della fresa idraulica dovrà contenere anche una pompa per la circolazione del fango di perforazione, avente portata non inferiore a 120 l/s e prevalenza adeguata a superare tutti i dislivelli e le perdite di carico esistenti tra il piano delle corree e l'impianto di recupero dei fanghi. Le dimensioni dell'idrofresa in pianta dovranno corrispondere a quelle dei pannelli da scavare; è ammessa l'esecuzione di pannelli multipli.

Impianto di depurazione e recupero dei fanghi

L'APPALTATORE dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di eliminare o ridurre le quantità di detrito trattenuto in sospensione. L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere il peso di volume del fango presente nello scavo entro i limiti seguenti:

- non superiore a 1,25 t/m^3 nel corso della perforazione;
- non superiore a 1,15 t/m^3 prima dell'inizio delle operazioni di getto.

La determinazione prima dell'inizio del getto dovrà essere eseguita su campioni prelevati con campionatore ad una quota di circa 1 m superiore a quella di fondo del pannello. I dissabbiatori dovranno essere dotati di un vaglio vibrante in corrispondenza dell'arrivo della tubazione di mandata, di una pompa centrifuga per fanghi e di un numero adeguato di cicloni. E' richiesta una capacità minima di 100 m^3/ora per ogni dissabbiatore. Numero e potenza dei dissabbiatori dovranno essere commisurati alle effettive necessità derivanti dai ritmi di perforazione delle attrezzature di scavo. Gli impianti di recupero dei fanghi asserviti alle idrofrese dovranno avere una capacità operativa commisurata alla pompa di aspirazione della fresa. Nel caso di scavo in terreni coesivi, a valle dei dissabbiatori dovrà essere prevista una centrifuga per la separazione delle frazioni fini inattive tenute in sospensione nel fango.

Perforazione

Prima dell'inizio dei lavori l'APPALTATORE fornirà gli elaborati di dettaglio del progetto esecutivo, contenenti la planimetria con i pannelli numerati, indicando i primari ed i secondari, e la sequenza di esecuzione degli stessi.

Scavo con benna mordente

Lo scavo con benna mordente sarà eseguito in presenza di fango bentonitico in quiete. Le lunghezze dei singoli elementi di scavo (pannelli) dovranno essere indicate in funzione delle esigenze costruttive dell'opera, della natura del terreno, della profondità di scavo, della sicurezza delle opere adiacenti, e tenendo conto delle dimensioni caratteristiche degli attrezzi di scavo. In ogni

caso, la lunghezza massima (intesa come sviluppo in pianta) di ogni singolo pannello non potrà superare i 6 m. Durante la perforazione, il livello del fango dovrà costantemente essere mantenuto in prossimità del piano di lavoro. Nel caso di improvviso franamento, con o senza perdita di fango bentonitico, lo scavo verrà immediatamente riempito con calcestruzzo magro. Durante l'esecuzione dello scavo dovranno essere presi tutti gli accorgimenti ragionevoli al fine di prevenire la fuoriuscita del fango bentonitico al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo.
Al termine della perforazione si dovrà procedere all'accurata rimozione dei detriti rimasti sul fondo nonché alla sostituzione parziale od integrale del fango per ricondurlo alle caratteristiche prescritte per l'esecuzione del getto:

- il contenuto in sabbia del fango non dovrà essere superiore al 5 %;
- la densità non potrà superare 1,15 t/m^3.

In caso contrario, l'APPALTATORE sostituirà parzialmente od integralmente il fango per ricondurlo alle caratteristiche richieste. Tipo e numero dei controlli saranno commisurati, per ogni pannello, al raggiungimento delle suddette prescrizioni.

Scavo con idrofresa

Nelle prime fasi di scavo è previsto l'utilizzo della benna mordente, almeno fino al raggiungimento della profondità necessaria per il funzionamento della pompa di circolazione del fango incorporata nell'idrofresa. La seconda attrezzatura (idrofresa) sarà impiegata in successione, per profondità di scavo superiori, fino al raggiungimento della quota di progetto. Le due attrezzature, dunque, costituiranno un unico gruppo di scavo. In relazione alla natura dei litotipi presenti, si potrà effettuare un pre-scavo oltre la profondità minima richiesta per l'innesco della circolazione inversa del fango bentonitico, ottimizzando i tempi di impiego delle due attrezzature ai fini di un corretto e rapido completamento dello scavo. Di norma l'impiego dell'idrofresa è da prevedersi nella realizzazione di diaframmi di grande profondità e/o interessanti strati di terreno a consistenza litoide o con presenza di grossi trovanti.

Controllo della verticalità

Per il controllo della verticalità dello scavo, e quindi dei pannelli, saranno utilizzati sistemi la cui precisione è commisurata alle profondità dei pannelli ed all'importanza dell'opera. Di norma potranno essere utilizzati inclinometri biassali da fissare sull'utensile di scavo, in modo da avere il controllo della perforazione a varie profondità. Poiché l'inclinometro non dà indicazioni circa l'eventuale rotazione del pannello, si provvederà, ove richiesto dal progetto o dalla DIREZIONE LAVORI, a misure più precise o integrative quali:

- rilievo della geometria del pannello mediante sonda ad ultrasuoni (tipo sistema KODEN);
- rilievo della rotazione mediante controllo della posizione delle funi di sospensione di un “pendolo” di massa non inferiore a 2000 kg, a forma di parallelepipedo a base quadrata, il

cui lato è pari allo spessore del pannello meno 5 cm.

Sia la sonda che il pendolo saranno fatti discendere in corrispondenza delle estremità del pannello da misurare. Le misure saranno eseguite in risalita.

Dispositivi per la formazione dei giunti

Per la corretta formazione dei giunti, si utilizzeranno tubi - spalla di opportuna forma e dimensione:

- colonne semi-circolari;
- profilati piatti irrigiditi con colonne semi-circolari;
- "canne d'organo", etc..

Di norma i tubi spalla saranno messi in opera, controllandone la verticalità con sistemi ottici, non appena completata la perforazione, e per tutta la profondità del pannello. Ad avvenuta presa del getto si provvederà alla loro rimozione, utilizzando un opportuno estrattore a morsa idraulica; se necessario la superficie del tubo spalla potrà essere preventivamente trattata con vernici disarmanti. Si avrà cura di pulire adeguatamente i tubi spalla prima del loro impiego.

Nello scavo dei pannelli adiacenti (pannelli secondari) si avrà cura di pulire con estrema cura l'impronta lasciata dal tubo-spalla, mediante opportuni raschiatori, la cui forma è ricalcata su quella del tubo spalla utilizzato. I raschiatori saranno utilizzati a fine perforazione, fissandoli rigidamente sull'utensile di scavo. Qualora sia utilizzata l'idrofresa è possibile realizzare i giunti senza impiego dei tubi-spalla, provvedendo ad alesare i pannelli primari già gettati.

Armature

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera, delle gabbie preassemblate.

Getto del calcestruzzo

Prima del getto si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia.

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di scavo con idrofresa l'eventuale dissabbiamento, se necessario, sarà condotto mantenendo l'utensile a fondo foro e prolungando la circolazione inversa del fango. Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3,00 m di tubo in acciaio avente diametro interno 20 ÷ 26 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro

non superiore a 2,0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia. Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5-0,6 mc, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura ed alle operazioni di pulizia. Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazione/dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta riempito con vermiculite granulare o palline di polistirolo. Durante il getto il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20 ÷ 30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo. Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 m e massima di 6 m. All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di pannello. E' prescritta una cadenza di getto non inferiore a 25 m^3/ora. Il getto di un pannello dovrà comunque essere completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di rifluimento. In presenza di pannelli di lunghezza superiore a 4 m, o forma tale da richiedere l'impiego di due o più tubi getto, questi dovranno essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalta uniforme del calcestruzzo. Per nessuna ragione il getto dovrà venire sospeso prima del totale riempimento del pannello. A pannello riempito il getto sarà proseguito fino alla completa espulsione del calcestruzzo contaminato dal fango di bentonite.

1.22.10) Controlli e documentazione Diaframmi

Per ciascun pannello, oltre a quanto previsto nei capitoli riguardanti il calcestruzzo e le barre di armatura, l'APPALTATORE dovrà redigere una scheda indicante:

- data di esecuzione;
- numero progressivo del pannello;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale; - volumi e grafico del getto.

La scheda cosi compilata sarà conservata a cura dell'APPALTATORE, a disposizione della DL; copia della scheda va consegnata al Responsabile del CQ dell'APPALTATORE come documentazione di certificazione della qualità. Per quanto riguarda le attività oltre a quanto qui specificato si rimanda al piano di controllo qualità. In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'APPALTATORE

procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti, concordandoli con la DL.

Documentazione preliminare

Prima di procedere alla posa in opera l'APPALTATORE dovrà trasmettere alla DIREZIONE LAVORI la seguente documentazione:

- Le procedure operative e le modalità di esecuzione delle opere con allegata l'opportuna documentazione sulla natura del terreno che consenta di valutare l'idoneità delle modalità' tecnico esecutive prescelte e l'eventuale necessità di prove tecnologiche preliminari da eseguire sulle attrezzature impiegate per valutare la loro idoneità allo scopo.
- L'elenco e la specifica delle apparecchiature da utilizzare.
- Nel caso che si prevedano delle perforazioni a secco, senza l'ausilio di fanghi di stabilizzazione, ciò dovrà essere comunicato alla DIREZIONE LAVORI e riportato sulla documentazione suddetta.
- In questa eventualità si dovrà allegare alla stessa:
    a. una relazione sulle motivazioni di questa scelta,
    b. le certificazioni di un laboratorio geognostico qualificato, attestanti la conformità del terreno alle caratteristiche indicate precedentemente.
- Una dichiarazione che è stata verificata l'area in cui debbono essere eseguiti i diaframmi ed è stata riscontrata priva di impedimenti alla esecuzione degli stessi o, in caso contrario, una relazione sulle misure e provvedimenti presi.
- Le planimetrie riportanti la posizione dei pannelli con la loro numerazione identificativa insieme ad una tabella riportante l'elenco dei singoli pannelli e le loro lunghezze.
- Copia del PCQ tipologico che intende utilizzare.

Le tipologie e le modalità di installazione delle attrezzature e delle strumentazioni sono riportate nella presente sezione, mentre le rispettive attività di C.Q. sono indicate nei punti successivi della presente Specifica di C.Q.

Controlli particolari preliminari

Prima della posa in opera dei diaframmi il Responsabile di C.Q. avrà cura di eseguire i controlli qui di seguito indicati, annotando gli esiti sulla documentazione facente parte del P.C.Q.

- Si verificherà che sia stato predisposto il trasporto dei materiali di risulta presso le aree di deposito previste.
- Si controllerà la conformità del piano di lavoro per le attrezzature e dei cordoli guida.

Controlli in corso d'opera sugli scavi

Durante l'esecuzione degli scavi il Responsabile di C.Q. dovrà effettuare i seguenti controlli, annotandone gli esiti sulla documentazione facente parte del P.C.Q.

Per quanto riguarda le verifiche sulle conformità, rispetto al progetto, delle dimensioni e delle posizioni dei diaframmi realizzati e delle loro opere accessorie, varranno le tolleranze precedentemente riportate.

- controllo che ogni lotto di fango stabilizzante impiegato sia accompagnato da certificazione qualificazione del fornitore. La certificazione sarà allegata al P.C.Q.
- Nel caso di perforazione a secco, controllo dell'esistenza dell'autorizzazione della DIREZIONE LAVORI
- A perforazione avvenuta controllo che il fango di stabilizzazione sia in possesso dei requisiti minimi di capitolato. Il controllo sarà eseguito per ogni panello gettato. I certificati saranno allegati al P.C.Q.
- Controllo delle dimensioni di ogni scavo eseguito e della sua conformità al progetto e, in particolare per le lunghezze dei pannelli, alle misure previste da progetto. Si dovrà inoltre controllare la verticalità dello scavo secondo le metodologie prescritte.

Controlli sui getti in opera

Durante l'esecuzione dei getti del conglomerato cementizio il responsabile di C.Q. dovrà eseguire i controlli seguenti ed annotarne l'esito sulla documentazione allegata al P.C.Q.:

- Verifica, secondo quanto prescritto della conformità del calcestruzzo e dell'armatura mediante i certificati accompagnanti ogni lotto di fornitura. I certificati saranno allegati al P.C.Q.
- Accertamento dello spessore massimo di detriti sul fondo dello scavo
- Verifica della verticalità dei dispositivi di formazione dei giunti dei pannelli
- Verifica della predisposizione dei tubi necessari alla prova sonica nei pannelli designati a tale prova.
- Controllo della conformità delle modalità di getto del conglomerato secondo quanto prescritto. In particolare si dovranno verificare:
    - la distanza dal fondo del tubo di convogliamento in fase di inizio getto;
    - l'immersione del tubo di convogliamento nel conglomerato durante la risalita di questo;
    - Portata del getto;
    - Tempo di gettata;
    - che non si verifichi nessuna sospensione del getto fino al rigetto della totalità del conglomerato contaminato dal fango di bentonite.
- Per ogni pannello gettato, redigere la relativa scheda. La scheda dovrà essere riferita al numero di identificazione del pannello alla numerazione riportata sulle planimetrie di progetto. La scheda sarà allegata al P.C.Q. .

1.22.11) Controlli finali Diaframmi

Sono previste le seguenti tipologie di prove:

- Prova sonica (cross hole).
- Controllo della deformazione in fase di scavo mediante tubi inclinometrici.

Le prove dovranno essere riportate nel certificato relativo al P.C.Q. in accordo alle modalità e prescrizioni che seguono. La frequenza delle prove (anche predeterminata prima della fase di realizzazione) per ognuno dei tipi di controllo dovrà essere in ragione di:

Prova sonica (cross hole)	Pannelli attrezzati: vengono attrezzati il 15% dei pannelli ed eseguite prove su 1/3 di questi a scelta della DL Pannelli non attrezzati: esecuzione di carotaggi su pannelli già realizzati ed esecuzione della prova per 2 pannelli ogni 100 o frazione a scelta della DL.

Per le prove di controllo della deformazione la frequenza sarà quella indicata dal progettista. Le frequenze suddette sono da ritenersi un limite minimo e potranno essere incrementate su richiesta della DL quando i risultati siano non soddisfacenti o indichino possibili anomalie.

Prove di controllo sonico

Si tratta di controlli basati su prove soniche, la cui esecuzione richiede che i pannelli siano attrezzati con tubazioni metalliche annegate nel getto di calcestruzzo.
L'APPALTATORE dovrà attrezzare con tubi almeno il 15 % dei diaframmi.
Le prove verranno eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto su:
− 1/3 dei pannelli attrezzati a scelta della DL;
− n° 2 pannelli non attrezzati ogni 100 o frazione dietro realizzazione di carotaggi verticali nei pannelli stessi. La scelta dei pannelli su cui eseguire la prova è eseguita dalla DL.
Data la forma geometrica rettangolare della sezione dei pannelli, le prove di controllo sonico saranno eseguite con la metodologia "cross-hole".

Modalità di prova

Per l'esecuzione della prova è necessario installare 2 tubi (o realizzare due fori) di diametro interno non inferiore a 1" ½ . Su richiesta della DL, su pannelli non ancora sottoposti a prova o anche per pannelli sui quali la prova è già stata eseguita fornendo risultati dubbi, dovranno essere invece realizzati o posti in opera 4 tubi o fori, disposti ai vertici del pannello. In questo caso è, infatti, possibile reiterare la prova e determinare con maggiore precisione le caratteristiche del getto.
Il numero dei tubi e delle prove sarà definito dall'APPALTATORE e comunicato alla DIREZIONE LAVORI, in base anche alle dimensioni del pannello. Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel calcestruzzo interposto tra i tubi di misura.
Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce.
I tubi sono utilizzati a coppie; in uno viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro (o negli altri) quella ricevente. Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere all'interno dei due tubi, ad intervalli regolari di profondità, la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il calcestruzzo. Le misure debbono essere eseguite almeno ogni 10 cm di avanzamento delle sonde nelle tubazioni predisposte. Il segnale sonico modula il pennello

elettronico di un oscilloscopio al cui traccia sincronizzata sull'istante di emissione, viene fatta traslare della stessa quantità ad ogni emissione di impulso. L'esito delle prove sarà registrato con strumentazione digitale. Nel caso si individuassero anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

Documentazione della prova

L'esito delle prove soniche sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda sonica impiegata;
- le registrazioni digitali effettuate ad ogni avanzamento della sonda.

Controlli delle deformazioni

Questo tipo di controllo si eseguirà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo.

Modalità di prova

Per il controllo delle deformazioni con l'ausilio dei tubi inclinometrici si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro φ 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature. Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo biassiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo guida. La frequenza delle misure sarà stabilita volta per volta in accordo con la DIREZIONE LAVORI, in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio.

Documentazione della prova

L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda inclinometrica impiegata;
- i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;
- le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati.

CAPITOLO 23

OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

Il presente capitolato si applica a tutte le strutture in acciaio, comprese le carpenterie metalliche delle sezioni miste acciaio-calcestruzzo- destinate alla realizzazione di ponti, viadotti, cavalcavia. Per l'acciaio impiegato in galleria si rimanda la capitolato specifico.

Il presente capitolato è di riferimento inoltre, alle opere minori realizzate in carpenteria metallica quali, ad esempio, passerelle, portali, coperture, ecc.. Diversamente, non si applica alle lamiere grecate e ai profilati a freddo.

L'Appaltatore dovrà fornire ad ANAS il nominativo del costruttore delle carpenterie metalliche, ovvero il nominativo del centro di trasformazione ed il nominativo dell'officina di produzione della carpenteria metallica, unitamente alla documentazione richiesta per essi dalle vigenti Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito semplicemente chiamate NTC).

Il costruttore o l'officina di produzione della carpenteria metallica dovranno essere in possesso di tutti i requisiti richiesti dalle NTC per i centri di trasformazione delle carpenterie metalliche.

L'ANAS si riserva la facoltà di procedere alla verifica di quanto sopra riportato anche mediante ispezione di personale qualificato.

L'Appaltatore dovrà eseguire le opere nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, nelle NTC, nel presente capitolato e nella norma UNI EN 1090-2 (laddove questa non sia in contrasto con le NTC o con le indicazioni riportate nel presente capitolato) e nelle norme da queste richiamate, tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- Ai sensi del par. 11.3.4.5 e della tabella 11.3.XI delle NTC le opere in parola sono strutture soggette a fatica corrispondenti al livello D della citata tabella.
- Ai sensi del paragrafo 4 della UNI EN 1090-2 la classe di esecuzione sarà la EXC3.
- Ai sensi del paragrafo 4 della UNI EN 1090-2 il grado di preparazione delle superfici sarà, salvo diversa disposizione della Direzione Lavori, P2.
- Ai sensi del paragrafo 4 della UNI EN 1090-2 la classe delle tolleranze geometriche funzionali sarà la "classe 1".

Art. 1.23.1) Caratteristiche dei materiali Caratteristiche dei materiali

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere conformi al par. 11.3.4.1 (marcatura CE) delle NTC. Si potranno utilizzare anche materiali innovativi per i quali il produttore e/o il Centro di Trasformazione potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale (rif. caso"C)" del par. 11.1 delle NTC).

I materiali impiegati saranno conformi alle vigenti NTC e a quanto indicato nel progetto esecutivo, integrato dalle prescrizioni del c.a.p. 5 della UNI EN 1090-2 e da quanto segue.

Per i piatti non sono richieste condizioni più rigorose di quanto indicato al primo capoverso del par. 5.3.3 della UNI EN 1090-2 e la tolleranza sullo spessore dovrà essere, con rif. al par. 5.3.3 della UNI EN 1090-2, di classe A.

Tutti i bulloni dovranno essere forniti da un unico produttore per l'intero appalto e avere coefficiente K-class pari a 2 (per bulloneria ad attrito).

Le tipologie di acciaio da impiegare nelle strutture saldate dovrà corrispondere al seguente schema (rif. norma UNI-EN-10025) tipologico:

- S275 JO/J2G1;
- S355 JO/J2G1/K2G1/K2G1.

Dove i primi 4 codici alfanumerici indicano la destinazione d'uso dell'acciaio (S=strutturale) e la resistenza caratteristica allo snervamento (275/355 N/mm^2),calcolata per spessori fino a 16mm), mentre i rimanenti codici rappresentano la qualità degli acciai in relazione alla saldabilità e ai valori di resilienza secondo quanto riportato nelle NTC e nella UNI EN 10025.

La scelta della qualità degli acciai in relazione alla saldabilità e ai valori di resilienza è indicata nel progetto esecutivo o, laddove mancante, verrà determinata sulla base della temperatura di minima impiego della opera Ti=Tmin-5°C. La temperatura Ti andrà chiaramente indicata nelle relazioni del progetto d'officina.

La temperatura Tmin è definita come temperatura minima invernale dell'aria nel sito della costruzione con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di adeguate indagini statistiche basate su dati specifici relativi al sito in esame, Tmin dovrà essere calcolata in base alle espressioni riportate nell'Appendice A del presente Capitolato.

Sulla base del valore Ti ottenuto, verrà determinata la resilienza secondo quanto riportato in UNI EN 10025.

In mancanza delle suddette valutazioni sul valore di Ti, le qualità degli acciai non dovranno essere inferiori alla seguente tabella, valida per profili composti saldati:

	sp < 20 [mm]	20 [mm] <sp < 40 [mm]	sp > 40 [mm]
S275	JO	J2	K2
S355	JO	J2	K2

Per profili laminati e per piastrame non saldato, si potranno utilizzare materiali di grado JO.

In alternativa agli acciai sopra citati, è ammesso l'impiego di materiale autoprotetto, in funzione dello spessore, del tipo S355JOW, S355J2G1W, S355K2G1W, aventi caratteristiche meccaniche equivalenti a quelle dell'acciaio S355JO, S355J2G1 e S355K2G1 UNI-EN 10025.

Art. 1.23.2) Potezioni superficiali Potezioni superficiali

Tutte le strutture in acciaio non autopatinabile dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni del progetto esecutivo e alle specifiche di cui alla sezione "Verniciature" delle presenti Norme Tecniche e, laddove non in contrasto con i precedenti documenti, al c.a.p. 10 e all'appendice F della UNI EN 1090-2.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto esecutivo o, in mancanza di indicazioni specifiche, l'Appaltatore dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

Art. 1.23.3) Modaliotà esecuzione Modalità esecuzione

Per l'esecuzione dell'opera l'Appaltatore si atterrà ai capitoli da 6 a 9 della norma UNI EN 1090-2.

PROGETTO D'OFFICINA

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali e degli appoggi, all'esame ed all'approvazione della D.L. il progetto d'officina delle opere, il quale deve mantenere e preservare i caratteri salienti della struttuire, nonchè quelli estetico funzionali generali e di dettaglio.

Il progetto deovra contenere

1. elaborati grafici costruttivi di dettaglio;
2. una relazione recante evidenza delle modifiche tecniche eventualmente apportate rispetto al progetto esecutivo ed eventuali calcli di verifica secondo le NTC18
3. .

In particolare gli elaborati costruttivi saranno composti da:

1. specifiche di esecuzione, che saranno redatte sensi del paragrafo 4 della UNI EN 1090-2 e conterranno solo le informazioni di cui ai punti da "a)" ad "e)" del par. 4.1.1.
2. specifiche di saldatura basate su qualifiche di procedimento in conformità alle UNI-EN ISO 15614, UNI-EN ISO 15614, UNI-EN ISO 15609 e UNI-EN ISO 17635;
3. i disegni di officina con evidenza di tipi e qualità degli acciai impiegati; tipi e qualità dei bulloni impiegati; i diametri e la disposizione dei bulloni, nonché dei fori relativi; precarico dei bulloni ad alta resistenza e relative coppie di serraggio; tolleranze; le modalità di trattamento protettivo (laddove previsto) e le finiture superficiali degli elementi metallici nel sito di montaggio; gli schemi di montaggio; le controfrecce di officina;
4. la relazione tecnica e di calcolo della struttura durante il montaggio;
5. relazioni di calcolo dei manufatti provvisionali necessari alla movimentazione e al sostegno dei componenti costruttivi;
6. relazione di calcolo delle opere, qualora modificate rispetto al progetto esecutivo;
7. quanto richiesto nei par. 9.3.1, 9.3.2 e 9.6.1 della UNI EN 1090-2.

La relazione tecnica e di calcolo della struttura durante il montaggio conterrà la descrizione del funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi, riportando, per ogni fase quanto segue: calcoli statici; i parametri geometrici da controllare, riportando, per ognuno di essi, un range di valori entro il quale i dati rilevati siano da ritenersi coerenti con le previsioni progettuali. La suddetta relazione, dovrà inoltre contenere le procedure correttive da adottare qualora i risultati ottenuti non fossero coerenti con le previsioni progettuali. La suddetta relazione, dovrà infine contenere una procedura di posa in opera e controllo del sistema apparecchi di appoggio, cunei di compenso e strutture metalliche, da condividere con il fornitore degli apparecchi di appoggio.

Per quanto concerne le specifiche di saldatura, è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o altro Ente terzo equivalente, il quale dovrà tenere in conto anche delle indicazioni contenute nel presente capitolato. Le specifiche di saldatura dovranno contenere almeno indicazioni e prescrizioni su:

1. materiali.
2. caratteristiche e dimensioni del materiale d'apporto.
3. geometrie e le tolleranze ammesse.
4. finiture e preparazioni superficiali.
5. sostegni temporanei.
6. assemblaggi temporanei
7. protezione dalle intemperie.
8. procedimento e sequenza di saldatura.
9. posizione della saldatura.
10. tecnica della saldatura.
11. parametri elettrici.
12. paramenti termici e caratteristiche e modalità di esecuzione dell'eventuale trattamento termico.
13. specifiche delle prove e dei controlli (estensione, quantità, tipologia, normativa di riferimento, criteri di ammissibilità dei difetti) da effettuare prima, durante e dopo la saldatura.
14. modalità di riparazione delle saldature non ammissibili.
15. specifiche delle prove e dei controlli delle saldature riparate.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

1. per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
2. per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
3. per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei certificati ricevuti non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Le operazioni di montaggio potranno iniziare soltanto dopo il benestare della D.L.

MONTAGGIO DI PROVA

È facoltà della Direzione Lavori disporre montaggi di prova di parti della struttura o dell'intera costruzione senza che l'Appaltatore possa opporsi o chiedere compensi di sorta.

IDENTIFICAZIONE E RINTRACCIABILITÀ DEI MATERIALI

L'Appaltatore sarà tenuto a garantire l'identificazione e rintracciabilità dei materiali ai sensi dei par. 11.3.1.4, 11.3.1.5, 11.3.1.7, 11.3.4.11.2 delle NTC.

All'atto della ricezione delle lamiere presso lo stabilimento e comunque prima dell'inizio della fabbricazione delle strutture metalliche, le stesse verranno marchiate mediante punzonatura o vernici indelebili che associano la lamiera ad un codice alfanumerico identificante univocamente la placca e la colata madre dalle quali è stata ricavata.

A corredo dei disegni d'officina, dopo l'approvvigionamento dei materiali, saranno quindi fornite alla Direzione Lavori le distinte dei materiali, contenenti almeno i seguenti dati:

1. posizioni e marche d'officina;
2. Numero della commessa
3. Dimensioni dei pezzi da ricavare
4. Quantità
5. Tolleranze di lavorazione
6. Qualità del materiale richiesto
7. Dimensione del materiale da lavorare
8. Estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.
9. Note

L'Appaltatore dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

PRESCRIZIONI INTEGRATIVE PER I COLLEGAMENTI BULLONATI

Vengono di seguito riportate le prescrizioni integrative alla norma UNI EN 1090-2.

Criteri generali

Per i giunti ad attrito saranno impiegati bulloni precaricati a serraggio controllato.

Nelle unioni non ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni o ad inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi.

Forature

I fori per i bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma.

Nei collegamenti bullonati si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino entro i limiti di tolleranza foro-bullone.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore o, in alternativa, l'Appaltatore dell'opera dovrà presentare una propria proposta di modifica del giunto da sottomettere alla verifica ed alla successiva approvazione della Direzione Lavori.

Montaggio

Per il serraggio dei bulloni, si dovranno usare chiavi equipaggiate con un meccanismo limitatore della coppia applicata.

È ammesso il serraggio dei bulloni anche con chiave pneumatica purché questa venga controllata con chiave dinamometrica, la cui taratura eseguita con l'eventuale moltiplicatore dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale.

L'utilizzo effettivo della chiave dinamometrica dovrà essere registrato in un apposito libretto; ne sarà consentito un uso massimo di 180 giorni dalla data di taratura.

Tutti i meccanismi di serraggio dovranno garantire una precisione non minore del ± 4%.

I bulloni di classe 10.9 dovranno essere montati in opera almeno con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado). I bulloni di classe 8.8 dovranno essere montati in opera almeno con una rosetta sotto il dado.

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori. L'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Art. 1.23.4) Prove e controlli Prove e controlli

Laddove possibile le prove ed i controlli saranno effettuati prima del montaggio finale dell'opera.

Tutte le prove ed i controlli saranno eseguiti a cura dell'Appaltatore concordandone le modalità con la Direzione Lavori. In questo senso, la Direzione Lavori stabilirà a propria discrezione il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

CONTROLLI DOCUMENTALI

Controlli previsti nei par. 11.3.1.4, 11.3.1.5, 11.3.1.7, 11.3.4.11.2 delle NTC e a quanto indicato nel presente capitolato.

CONTROLLI SUI PRODOTTI E SUI MATERIALI

Controlli previsti nei par. 11.3.1.4, 11.3.1.5, 11.3.1.7, 11.3.4.11.2 e 11.3.4.11.3 delle NTC e a quanto indicato nel presente capitolato.

CONTROLLI SULLA ESECUZIONE

La Direzione Lavori verificherà che l'esecuzione dell'opera avvenga secondo le indicazioni e le previsioni del progetto d'officina, integrato dalle prescrizioni contenute nel presente capitolato e dai capitoli da 6 a 10 della norma UNI EN 1090-2.

CONTROLLI GEOMETRICI E DIMENSIONALI SUI MANUFATTI

La Direzione Lavori potrà effettuare controlli geometrici e dimensionali ai sensi del capitolo 11 e del par. 12.3 della norma UNI EN 1090-2. A tal riguardo si specifica che la classe di tolleranza ammessa è pari alla classe 1.

CONTROLLI SULLE SALDATURE

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 dalle NTC e tenendo conto delle specifiche di saldatura. Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori.

Per i controlli e le ispezioni delle saldature l'Appaltatore metterà a disposizione personale in possesso di idoneo certificato rilasciato dall'I.I.S. o da altro Ente terzo equivalente. Il personale dovrà avere esperienza documentata nello specifico campo della realizzazione di strutture metalliche per ponti e viadotti. Detto personale dovrà inoltre essere in possesso di certificato di livello 2 secondo UNI EN 473 ed opererà in accordo alle specifiche tecniche del progetto specifico.

I controlli radiografici, laddove previsti, devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro successiva identificazione.

La distribuzione dei controlli non distruttivi da effettuare su ogni tipologia di saldatura sarà non meno di quanto di seguito indicato.

Giunti a T con cordoni d'angolo e giunti a parziale penetrazione

Esame visivo: 100% delle saldature;

Esame magnetoscopico: 20% delle saldature anima-piattabanda delle travi;

Esame ultrasonoro: 10% delle saldature rimanenti.

Giunti testa a testa a piena penetrazione

Esame visivo: 100% delle saldature;

Esame magnetoscopico :20% delle saldature;

Esame ultrasonoro: 100% dei giunti tesi;

50% dei giunti compressi;

25% dei giunti longitudinali di anima e fondo.

Giunti testa a testa di lamiere non previsti a disegno

I giunti testa a testa di lamiere non previsti a disegno verranno controllati al 100% con esame visivo, magnetoscopico e ultrasonoro e verranno riportati sui disegni "as built". Come criterio di accettabilità, tali giunti dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità B.

Pioli connettori

Esame visivo:100% delle saldature;

Prova di piegamento a 30°:5% dei pioli (a colpi di mazza)

Eventuali discontinuità risultanti dall'esame visivo saranno ripristinate con elettrodi rivestiti. Non è ammessa la presenza di cricche nelle saldature dei pioli.

In caso di rottura di almeno il 5% dei pioli testati tutti i pioli della stessa membratura saranno sottoposti alla medesima prova.

Criteri di ammissibilità dei difetti

I criteri di ammissibilità dei difetti sono indicati nel par. 7.6 della norma UNI EN 1090-2.

Nel caso di esito negativo, i controlli sulle saldature saranno estesi per 1 m da ogni lato del difetto o, nel caso di giunti corti (inferiori a 1 m) a due giunti adiacenti. Nel caso di ulteriori difetti i controlli saranno estesi al 100% del giunto difettoso. Il ritorno alle percentuali di controllo stabilite dalla specifica sarà deciso dalla Direzione Lavori in funzione dell'esito dei successivi controlli.

CONTROLLI SULLE UNIONI BULLONATE

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

I controlli sulle unioni bullonate dovranno interessare sia le superfici (controllo del trattamento superficiale finalizzato all'attrito) e sia il serraggio dei bulloni.

Per tali controlli si farà riferimento ai par. 12.5 della norma UNI EN 1090-2 o, in alternativa, a quanto di seguito specificato (da attuare per ogni unione).

Per ogni unione sarà effettuato un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso non meno di quattro.

Il controllo avverrà con le seguenti modalità:

1. si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
2. si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
3. si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria;
4. si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 5% dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone testato risulti mal serrato si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni del giunto interessato.

Art. 1.23.5) Prove di carico e collaudo PROVE DI CARICO E COLLAUDO

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico verrà eseguita da parte della Direzione Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

La Direzione Lavori dovrà redigere apposito verbale da consegnare all'Appaltatore ed al collaudatore che riporti l'esito dell'ispezione.

Prima delle prove di carico la Direzione Lavori potrà ordinare la ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico, se previste, ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte secondo le prescrizioni di legge.

Art. 1.23.6) Manutenzione MANUTENZIONE

Laddove non previsti in progetto, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di eventuale infiltrazione.

Nella redazione del "Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti" si dovrà dare particolare attenzione ai seguenti aspetti, considerati peculiari per le strutture in parola.

1. I percorsi e le modalità di accesso alle parti oggetto di ispezione.
2. Ispezione e pulizia delle cosiddette trappole di corrosione, ovvero zone dove si possono formare accumuli di acqua, di guano, di terriccio, ecc. In tali zone la velocità di corrosione delle strutture (sia quelle autoprotette e sia quelle protette da idonea vernice) aumenta sensibilmente.
3. Ispezione delle asolature dotate di griglie o reti antipassero.
4. Ispezione e controlli dei giunti bullonati.
5. Ispezione e controlli delle saldature.
6. Le modalità di sollevamento degli impalcati per la sostituzione degli appoggi. In tal senso si dovranno fornire le seguenti informazioni: ubicazione dei martinetti; portata dei martinetti; entità del sollevamento (attenzione si dovrà porre al valore massimo consentito nelle strutture iperstatiche senza superare gli Stati Limite di Esercizio previsti in progetto); eventuali limitazioni all'esercizio stradale; eventuali conseguenze sui giunti; azioni caratteristiche, sia orizzontali (vento, eventuale frenatura) e sia verticali, agenti sui vincoli provvisori o sui martinetti durante le operazioni in parola. Per travate continue andrà indicata la possibilità di effettuare il sollevamento su una o più pile contemporaneamente e fornita l'entità del sollevamento per ogni pila interessata.

Come previsto dalla normativa vigente il Manuale di manutenzione deve prevedere anche la collocazione nell'intervento delle parti menzionate e la loro rappresentazione grafica.

Con particolare riferimento alle saldature non si dovranno indicare riferimenti generici, ma si dovranno individuare in maniera univoca sulla struttura, sulla base degli elaborati progettuali, le saldature maggiormente sollecitate sia a fatica e sia per carichi statici. In particolare si richiede che per le unioni saldate:

1. le cui conseguenze della possibile crisi a fatica siano significative (ovvero travi principali, saldature trasversali delle piastre ortotrope) e per i quali si sia adottato un coefficiente di sicurezza compreso tra 1.35 e 1.15;
2. le cui conseguenze della possibile crisi a fatica siano moderate (ovvero sistemi di controvento, sistemi di irrigidimento, traversi, saldature degli irrigidimenti delle piastre ortotrope) e per i quali si sia adottato un coefficiente di sicurezza compreso tra 1.15 e 1.00; sarà necessario indicare nel Piano di Manutenzione dell'Opera la circostanza di effettuare un controllo dopo un periodo di tempo dall'avvio dell'esercizio stradale pari a 0.5xVn (Vn è la vita nominale). I controlli saranno descritti nel Piano di Manutenzione dell'Opera e dovranno essere uguali a quelli effettuati durante la costruzione per i dettagli in parola.

Laddove previsti i percorsi di ispezione, questi saranno preferibilmente collocati in prossimità della corsia lenta/emergenza e costituiti da idonee passerelle collegate alla struttura principale, come rappresentato nella immagine seguente. Per le zone di saldatura considerate critiche è necessario che il dettaglio stesso sia studiato in maniera tale da poter essere ispezionato. In particolare si riporta, a titolo esemplificativo, il dettaglio relativo alla giunzione bullonata tra le travi principali: i coprigiunti devono avere una geometria tale da permettere la visibilità della saldatura di composizione anima/piattabanda e permettere il relativo eventuale intervento di riparazione.

Al fine di poter ispezionare il cordone di saldatura la distanza "d" dovrà comunque essere almeno di 20 mm.

Art. 1.23.7) Normativa di riferimento NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Norme Tecniche per le costruzioni
- UNI EN 1090-2

Art. 1.23.8) Misurazioni e contabilizzazione MISURAZIONI E CONTABILIZZAZIONE

NORME GENERALI

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

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

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

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

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

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

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

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

Si precisa che il prezzo dedicato alla modalità di varo "di punta" deve essere applicato nel caso in cui il varo sia realizzato anche con l'ausilio di attrezzatura metallica costituita da derrik, ovvero avambecco e retrobecco, ovvero macchine per la spinta/trazione longitudinale dell'impalcato.

CRITERI DI MISURA

Per la misurazione di quanto realizzato, oltre a fare riferimento a quanto descritto nelle relative voci di Elenco Prezzi, si fa presente che i manufatti d'acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati a corpo secondo i relativi articoli d'Elenco Prezzi e misurati in base al loro peso. Potranno essere effettuate delle verifiche a campione, mediante pesature in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti.

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

I relativi articoli d'Elenco Prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera.

Si intendono comunque compresi nei relativi articoli di Elenco Prezzi gli oneri per le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi.

Infine potrà essere valutata la quantità attraverso lo sviluppo geometrico dei vari elementi che compongono la struttura, suddivisi per tipologia di profilato, dimensione, spessore nel caso di lamiere, moltiplicati per il peso unitario determinato in base alle dimensioni ed al peso specifico di 7,85 Kg/dmc indicato nel D.M. 14 gennaio 2008.

CAPITOLO 24

GIUTI DI ESPANSIONE

Il presente capitolato si applica ai coprigiunti di espansione/contrazione (in seguito definiti semplicemente giunti).

Per le malte o le resine necessarie al collegamento dei suddetti elementi alle strutture dell'opera si rimanda al capitolato dedicato ai calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p.

L'Appaltatore dovrà fornire ad ANAS il nominativo del fornitore dei giunti.

L'Appaltatore dovrà eseguire le opere nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, nelle NTC e nel presente capitolato. La norma ETAG costituisce altresì un utile riferimento.

Per i giunti di opere sovrappassanti linee ferroviarie si farà riferimento anche alla specifica RFI "Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia".

Art. 1.24.1) Caratteristihe Caratterisitiche

TEMPERATURE DI ESERCIZIO

I dispositivi in parola dovranno essere progettati e costruiti per lavorare nel campo delle temperature comprese tra Tmin e Tmax.

Il valore Tmax o Tmin , definite rispettivamente come temperatura massima estiva e minima invernale dell'aria nel sito della costruzione, con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni è riportato nell'Appendice A.

Il valore di Tmin e Tmax dei dispositivi e degli appoggi forniti in cantiere sarà chiaramente indicato tra le caratteristiche prestazionali elencate nelle specifiche tecniche.

VITA UTILE

Il valore della Vita Utile, di cui al par. 2.3.4 della ETAG 032-1 dei dispositivi forniti in cantiere sarà chiaramente indicato tra le caratteristiche prestazionali elencate nelle specifiche tecniche.

Non sono ammessi valori di Vita Utile inferiori a 15 anni.

PREREGOLAZIONE

La pre-regolazione è talvolta necessaria per far fronte ai movimenti differiti nel tempo degli impalcati in cls e ai movimenti giornalieri e stagionali dovuti alla variazione termica.

In sede di progetto si dovrà tenere in conto di entrambi i suddetti fenomeni e, laddove ritenuto necessario, contrastarli con idonea preregolazione di apparecchi e dispositivi.

Laddove possibile la preregolazione dovrà essere effettuata in officina; interventi di preregolazione in cantiere potranno essere eseguiti soltanto dal personale del produttore dei giunti.

Per la misura della temperatura della struttura della struttura si potrà fare riferimento a misure dirette o a correlazioni tra la temperatura dell'aria e quella della struttura stessa. A tal fine si farà riferimento ai seguenti documenti:

- Appendice C della UNI EN 1337-1;
- Appendice B della UNI EN 1337-10;
- Figura 6.1 dell'Eurocodice 1 parte 1.5 (EN 1991-1.5).

I valori e le modalità della preregolazione saranno indicati nelle specifiche tecniche di posa in opera.

La preregolazione sarà chiaramente indicata tra le caratteristiche prestazionali elencate nelle specifiche tecniche e nel "Rapporto di ispezione iniziale".

SOLLEVAMENTO DIFFERENZIALE DELLE TESTATE DEL VARCO

I giunti devono essere progettati per permettere, senza alcun danno e per qualsiasi ampiezza di funzionamento del varco ed in soggiacenza dell'esercizio stradale, un sollevamento differenziale dovuto agli interventi di manutenzione sugli appoggi non inferiore a 3cm.

L'entità del sollevamento differenziale massimo necessario sarà chiaramente indicata nelle specifiche tecniche del giunti forniti in cantiere.

AGGRESSIVITÀ AMBIENTALE

I giunti, le malte e i collegamenti metallici devono essere progettati per essere sempre ubicati su strade con frequente uso di sali disgelanti.

Tale caratteristica sarà chiaramente indicata nelle specifiche tecniche del giunti forniti in cantiere.

DIMENSIONE DEI VARCHI

Il varco, cioè la distanza da lasciare tra le testate delle solette dell'impalcato a temperatura media ambiente, dovrà essere pari a quanto definito nelle schede tecniche del giunto fornite dal produttore.

SCOSSALINA

Mediante l'impiego di un'opportuna scossalina, il giunto dovrà drenare l'acqua dalla testata degli impalcati evitando possibili danneggiamenti alle travi, agli apparecchi di appoggio nonché ai pulvini. La scossalina dovrà essere disposta su tutta la larghezza dell'impalcato. Laddove le acque raccolte dalla scossalina creino uno stillicidio sulle sottostanti strutture, queste verranno raccolte e allontanate mediante un apposito sistema di collettamento.

GIUNTI SUI CORDOLI E SUI MARCIAPIEDI DI SERVIZIO

Sui cordoli e sui marciapiedi di servizio si dovranno prevedere dei copri varchi metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro. Tali elementi, in lamiera striata, saranno installati prima della posa del binder. La protezione contro la corrosione sarà garantita da zincatura a caldo per una classe di esposizione ambientale pari a C5-I o C5-M secondo la normativa EN ISO 12944-2. Per la durabilità della protezione si farà riferimento al livello "alto" (High) secondo la normativa EN ISO 12944-5.

Art. 1.24.2) Modalità installazione Modalità di installazione

L'installazione avverrà come indicato nelle specifiche tecniche per la posa in opera, fornite dal produttore del giunto.

Nella fase di posa in opera dei dispositivi si dovrà, in particolare, verificare la complanarità dei piani di appoggio dei coprigiunti stessi. Qualora tali piani non fossero complanari gli stessi dovranno essere ripristinati soltanto con malte antiritiro premiscelate.

PROGETTO COSTRUTTIVO

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali e dei giunti, all'esame ed all'approvazione della D.L. il progetto d'officina, ovvero:

1. elaborati costruttivi;
2. una relazione recante evidenza delle modifiche tecniche eventualmente apportate rispetto al progetto esecutivo.

In particolare gli elaborati costruttivi saranno composti da:

1. i disegni di officina;
2. le specifiche tecniche;

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei certificati ricevuti non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Art. 1.24.3) Prove e controlli Prove e controlli

Tutte le ispezioni e le prove saranno eseguite a cura dell'Appaltatore concordandone le modalità con la Direzione Lavori. In questo senso, la Direzione Lavori stabilirà a propria discrezione il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

CONTROLLI DOCUMENTALI

Controlli previsti nel presente capitolato.

Il Direttore Lavori dovrà verificare, in fase di accettazione, la presenza di specifiche tecniche di posa in opera, nonché, in fase di esecuzione, curare che l'installazione avvenga in coerenza con dette specifiche.

PROVE DOPO L'INSTALLAZIONE

Per verificare la funzionalità del giunto dopo l'installazione potranno essere effettuate delle prove di tenuta all'acqua.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione della prova, su ogni giunto dovranno essere irrorati 1000 litri di acqua nel tempo di 15 - 20 minuti avendo cura che questa venga distribuita uniformemente sull'intera lunghezza del coprigiunto.

La prova verrà considerata superata se al termine dell'irrorazione tutta l'acqua sarà defluita attraverso la scossalina e se nessuna perdita sarà stata rilevata sulle testate dell'impalcato.

Ogni prova, sia positiva che negativa, dovrà essere verbalizzata in contraddittorio indicando, per le eventuali prove negative, sia i difetti riscontrati che i loro punti di ubicazione.

Art. 1.24.4) Normativa di riferimento Normativa di riferimento

- Norme Tecniche per le costruzioni
- ETAG 032
-

Art. 1.24.5) Misurazione e contabilizzazione Misurazione e contabilizzazione

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme.

L'unità di misura delle lavorazioni sarà riferita al ml di elementi posti in opera.

CAPITOLO 25

DISPOSITIVI DI APPOGGIO

I dispositivi d'appoggio strutturali a disco elastomerico confinato hanno le rotazioni attorno ad un qualsiasi asse orizzontale sono assicurate dalla deformabilità di un disco, o cuscinetto, elastomerico non armato, confinato entro un basamento monolitico d'acciaio (tazza).

L'elastomero si comporta come un fluido che, sottoposto a pressione triassiale, offre una debole resistenza alle deformazioni e una contemporanea elevata rigidezza verticale.

Oltre ai carichi verticali di compressione, i Vasoflon® sono in grado di trasferire forze e/o consentire scorrimenti in una o più direzioni del piano orizzontale in base alle diverse tipologie.

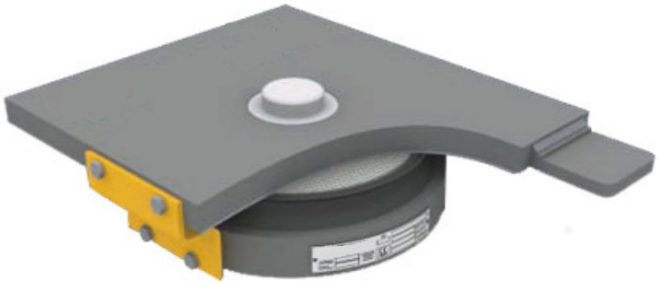
Negli appoggi di tipo mobile i movimenti di traslazione sono ottenuti attraverso il mutuo scorrimento di due superfici piane in contatto, una in acciaio inox, l'altra in PTFE.



Appoggio unidirezionale



Appoggio fisso



Appoggio multidirezionale

Art. 1.25.1) Caratteristihe Caratterisitiche

TEMPERATURE DI ESERCIZIO

Gli appoggi e i dispositivi in parola dovranno essere progettati e costruiti per lavorare nel campo delle temperature comprese tra Tmin e Tmax.

Il valore Tmax o Tmin , definite rispettivamente come temperatura massima estiva e minima invernale dell'aria nel sito della costruzione, con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni è riportato nell'Appendice A.

Il valore della temperatura di esercizio influenza particolarmente sul comportamento dei dispositivi antisismici contenenti fluidi viscosi.

Il valore di Tmin e Tmax dei dispositivi e degli appoggi forniti in cantiere sarà chiaramente indicato tra le caratteristiche prestazionali elencate nelle specifiche tecniche.

PROTEZIONI ANTI POLVERE E ANTI CORROSIVA

Per la protezione anticorrosiva si farà riferimento ad una classe di esposizione ambientale pari a C5-I o C5-M secondo la normativa EN ISO 12944-2. Per la durabilità della protezione si farà riferimento al livello "alto" (High) secondo la normativa EN ISO 12944-5.

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio. I fermi e i contrassegni degli appoggi dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

Il valore della Vita Utile dei dispositivi e degli appoggi forniti in cantiere sarà chiaramente indicato tra le caratteristiche prestazionali elencate nelle specifiche tecniche.

PREREGOLAZIONE

La pre-regolazione è talvolta necessaria per far fronte ai movimenti differiti nel tempo degli impalcati in cls e ai movimenti giornalieri e stagionali dovuti alla variazione termica.

In sede di progetto si dovrà tenere in conto di entrambi i suddetti fenomeni e, laddove ritenuto necessario, contrastarli con idonea preregolazione di apparecchi e dispositivi.

Laddove possibile la preregolazione dovrà essere effettuata in officina; interventi di preregolazione in cantiere potranno essere eseguiti soltanto dal personale del produttore degli appoggi e dei dispositivi.

Per la misura della temperatura della struttura della struttura si potrà fare riferimento a misure dirette o a correlazioni tra la temperatura dell'aria e quella della struttura stessa. A tal fine si farà riferimento ai seguenti documenti:

1. Appendice C della UNI EN 1337-1;
2. Appendice B della UNI EN 1337-10;
3. Figura 6.1 dell'Eurocodice 1 parte 1.5 (EN 1991-1.5).

Gli apparecchi e i dispositivi saranno dotati, laddove non palesemente impossibile, di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

I valori e le modalità della preregolazione saranno indicati nelle specifiche tecniche di posa in opera.

La preregolazione dei dispositivi e degli appoggi sarà chiaramente indicata tra le caratteristiche prestazionali elencate nelle specifiche tecniche e nel "Rapporto di ispezione iniziale".

COLLEGAMENTO ALLE STRUTTURE

Le piastre di base degli apparecchi d'appoggio non muniti di contropiastra inferiore dovranno essere arretrate di almeno 10cm dal bordo libero più vicino del baggiolo, se muniti di contropiastre, le stesse dovranno essere arretrate di almeno 5 cm dal bordo libero più vicino del baggiolo.

La contropiastra superiore collegata ad una travata in c.a. o c.a.p. dovrà essere posta ad una distanza di almeno 10cm dalla testata e dai lati della trave stessa.

SOSTITUZIONE

Tutti gli appoggi e i dispositivi dovranno essere sostituibili secondo i seguenti criteri:

- senza effettuare alcuna traslazione orizzontale dell'impalcato;
- con sollevamento massimo non eccedente 20mm.

Le modalità di sostituzione ed in particolare l'entità del sollevamento massimo necessario saranno chiaramente indicate nelle specifiche tecniche dei dispositivi e degli appoggi forniti in cantiere.

Art. 1.25.2) Modalità installazione Modalità di installazione

Per l'installazione degli appoggi l'Appaltatore si atterrà alla UNI EN 1337-11. Tale norma sarà di riferimento anche per i dispositivi.

L'installazione avverrà come indicato nel "Manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera".

Le operazioni di montaggio potranno iniziare soltanto dopo il benestare della D.L.

Dopo la posa in opera, l'Appaltatore redigerà il "Rapporto di ispezione iniziale" ai sensi dei par. 5 e 7 della UNI EN 1337-11. Tale documento farà parte del "Piano di manutenzione dell'opera".

PROGETTO COSTRUTTIVO

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali e degli appoggi, all'esame ed all'approvazione della D.L. il progetto d'officina di appoggi e dispositivi, ovvero:

1. elaborati costruttivi;
2. una relazione recante evidenza delle modifiche tecniche eventualmente apportate rispetto al progetto esecutivo.

In particolare gli elaborati costruttivi saranno composti da:

1. i disegni di officina;
2. i disegni di installazione (per i quali si farà sempre riferimento al par. 4 della Uni EN 1337-11);
3. le specifiche tecniche;
4. il manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera;
5. la relazione di calcolo.
6.

Nei suddetti documenti dovranno essere evidenziati:

1. il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento; dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti alle variazioni termiche e alle deformazioni viscose ed al ritiro del calcestruzzo;
2. l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
3. le modalità di collegamento alle strutture;
4. le modalità e i materiali per la rettifica e correzione di eventuali non conformità riscontrabili in sito rispetto alle geometrie attese per il collegamento.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei certificati ricevuti non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Art. 1.25.3) Prove e controlli Prove e controlli

Laddove possibile le prove ed i controlli saranno effettuati prima del montaggio finale in opera.

Tutte le ispezioni e le prove saranno eseguite a cura dell'Appaltatore concordandone le modalità con la Direzione Lavori. In questo senso, la Direzione Lavori stabilirà a propria discrezione il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

CONTROLLI DOCUMENTALI

Controlli previsti nei par. 11.1 (marcatura CE) 11.6 e 11.9 delle NTC e a quanto indicato nel presente capitolato.

Il Direttore Lavori dovrà verificare, in fase di accettazione, la presenza del manuale contenente le specifiche tecniche di posa in opera, nonché, in fase di esecuzione, curare che l'installazione avvenga in coerenza con dette specifiche.

PROVE DI ACCETTAZIONE

Controlli previsti nei par. 11.6 e 11.9 delle NTC delle NTC e a quanto altro indicato nel presente capitolato.

Per gli appoggi le prove di cui par. 11.6 delle NTC saranno eseguite secondo le stesse modalità delle prove di qualificazione.

Per i dispositivi le prove di cui par. 11.9 delle NTC saranno eseguite secondo quanto più restrittivo tra le NTC e la UNI EN 15129.

CONTROLLI SULLA ESECUZIONE

La Direzione Lavori verificherà che l'esecuzione dell'opera avvenga secondo le indicazioni e le previsioni del progetto d'officina, integrato dalle prescrizioni contenute nel presente capitolato e nella norma UNI EN 1337-11.

PROVE DI CARICO E COLLAUDO

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico verrà eseguita da parte della Direzione Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

La Direzione Lavori dovrà redigere apposito verbale da consegnare all'Appaltatore ed al collaudatore che riporti l'esito dell'ispezione.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico, se previste, ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte secondo le prescrizioni di legge.

MANUTENZIONE

Per la redazione del "Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti" si farà riferimento, sia per gli appoggi e sia per i dispositivi, alla UNI EN 1337-10. Tale documento sarà di riferimento sia per le modalità di ispezione e sia per la documentazione (schede tipologiche) ivi suggerita.

Il "Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti" conterrà anche:

1. Il Rapporto di ispezione iniziale;
2. I percorsi e le modalità di accesso alle parti oggetto di ispezione.
3. La frequenza delle ispezioni periodiche e principali;
4. Le schede per l'ispezione, adattate agli apparecchi e dispositivi del progetto;
5. La Vita Utile;
6. L'evoluzione temporale attesa della cinematica dei vincoli in conseguenza delle variazioni volumetriche differite del cls.
7. Le specifiche per la sostituzione;

Come previsto dalla normativa vigente il Manuale di manutenzione deve prevedere anche la collocazione nell'intervento delle parti menzionate e la loro rappresentazione grafica.

Art. 1.25.4) Normativa di riferimento Normativa di riferimento

- Norme Tecniche per le costruzioni
- UNI EN 1337
- UNI EN 15129

Art. 1.25.5) Misurazione e contabilizzazione Misurazione e contabilizzazione

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme.

L'unità di misura delle lavorazioni sarà riferita al numero di elementi posti in opera o in alternativa al volume degli elementi stessi misurato in dm3

Art. 1.26
Segnaletica orizzontale - Generalità

Ai sensi dell'articolo 40 del Nuovo Codice della Strada d.lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali

orizzontali, tracciati sulla strada, servono per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni od utili indicazioni per particolari comportamenti da seguire.

I segnali orizzontali si dividono in:

a) strisce longitudinali;
b) strisce trasversali;
c) attraversamenti pedonali o ciclabili;
d) frecce direzionali;
e) iscrizioni e simboli;
f) strisce di delimitazione degli stalli di sosta o per la sosta riservata;
g) isole di traffico o di presegnalamento di ostacoli entro la carreggiata;
h) strisce di delimitazione della fermata dei veicoli in servizio di trasporto pubblico di linea;
i) altri segnali stabiliti dal regolamento.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue. Nel regolamento (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada - d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495) sono stabilite norme per le forme, le dimensioni, i colori, i simboli e le caratteristiche dei segnali stradali orizzontali, nonché le loro modalità di applicazione.

La segnaletica orizzontale da realizzare sul tracciato stradale può impiegare materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse ma conformi alla Linea guida **UNI/TR 11670**, al fine di soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali.

I prodotti vernicianti da utilizzare sono distinti in tre livelli così di seguito riportati:

a) vernici a solvente per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate;
b) termospruzzati plastici per applicazioni di routine;
c) laminati elastoplastici o prodotti speciali per applicazioni in zone ad alta pericolosità.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada d.lgs. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada d.P.R. n. 495 del 16/12/1992, dal d.P.R. 16 settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi progettuali eventualmente allegati al presente Capitolato Speciale.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica orizzontale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

Caratteristiche dei materiali

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

A) Vernici

Possono essere di due tipi:

1) idropitture con microsfere di vetro (UNI EN 1424) postspruzzate:
la vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2) pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:
la vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro conforme alla norma UNI EN 1423, il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.

B) Termoplastico:

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

C) Laminati elastoplastici:

C.1 per applicazioni provvisorie;
C.2 per applicazioni poco sollecitate;
C.3 per applicazioni altamente sollecitate.

Prestazioni

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436, ai quali tutti i prodotti impiegati nei servizi di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita funzionale.

Valori minori a quelli indicati dalla scheda tecnica, che deve essere prodotta dall'appaltatore prima dell'inizio

della posa in opera, sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti e comportano l'immediata sostituzione del materiale.

È facoltà del Direttore dei lavori, al fine di verificare i parametri prestazionali del materiale da porre in opera, richiedere all'appaltatore e/o eseguire per proprio conto dei provini della segnaletica.

Tali provini sono costituiti da lamierini metallici, delle dimensioni di cm 30 x 100, sui quali sarà posto in opera il materiale destinato alla segnaletica orizzontale.

Saranno eseguiti rilievi della visibilità notturna (valori RL), di derapaggio (SRT) e del colore (fattore). La segnaletica orizzontale, a partire dalla posa in opera, deve essere efficiente, per tutto il periodo della sua vita funzionale, sia in termini di visibilità notturna, sia di antiscivolosità.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- colore;
- visibilità notturna (retroriflessione);
- resistenza al derapaggio;
- tempo d'essiccazione.

COLORE

Il colore delle vernici da utilizzare per la segnaletica orizzontale viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferita al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526-1999).
I colori della segnaletica orizzontale devono rientrare, per tutta la durata della loro vita funzionale, all'interno dei valori indicati dalla normativa tecnica di cui sopra. La vernice dovrà essere omogenea, di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

VISIBILITA' NOTTURNA

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminanza retroriflessa R_L.
Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroriflessa R_L deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale pari a:

Tipo di materiale		Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa R_L * mcd * m^2 * lux^{-1}	Classe
Permanente			
A -B	Bianco	R_L >= 110	R3[a)]
A - B	Giallo	R_L >= 110	R3[a)]
C	Bianco	R_L >= 110	R3[a)]
Temporaneo			
A - B - C	Giallo	R_L >= 110	R3[a)]

RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT)

La segnaletica orizzontale deve possedere tra le sue caratteristiche la resistenza allo slittamento, determinato dal contatto tra il pneumatico e il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie standard, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimo
S1	SRT > = 45

TEMPO D'ESSICCAZIONE

La vernice applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Nel caso di termoplastico deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180÷240 secondi per l'estruso.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Esecuzione

Le fasi di installazione, di disinstallazione e di rifacimento o manutenzione della segnaletica stradale, unitamente agli interventi eseguiti in emergenza, costituiscono attività lavorative comportanti un rischio derivante dall'interferenza con il traffico veicolare.

Per tale motivo tutte le operazioni dell'appaltatore dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle procedure e dei criteri minimi previsti dal Decreto ministeriale 22 gennaio 2019 e relativi allegati, con particolare attenzione a:

- Dotazioni delle squadre di intervento,
- Limitazioni operative legate a particolari condizioni ambientali
- Gestione operativa degli interventi
- Presegnalazione di inizio intervento
- Sbandieramento
- Regolamentazione del traffico con movieri
- Spostamento a piedi degli operatori
- Attraveramento a piedi delle carreggiate
- Presenza di veicoli operativi
- Entrata ed uscita dal cantiere
- Situazioni di emergenza
- Rimozione di ostacoli dalla carreggiata
- Segnalazione e delimitazione di cantieri fissi
- Segnalazione di interventi all'interno di gallerie

Segnaletica consigliata nel caso di intervento su strade aperte al traffico veicolare



Figura II 391 Art. 31

SEGNI ORIZZONTALI IN RIFACIMENTO



Figura II 391c Art. 31

CORSIE A LARGHEZZA RIDOTTA

Le superfici interessate dalla stesa della segnaletica orizzontale, dovranno essere preventivamente pulite accuratamente, in modo tale da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali

impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce d'olio o grasso per mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti dal Direttore dei lavori. Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, a effettuare la rimozione e il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti, ecc.).

I materiali devono avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

L'appaltatore dovrà fornire, ove contemplato dal progetto e/o dalle indicazioni del Direttore dei lavori, nella giusta dimensione, quantità e posizione, l'inserto di catarifrangenti stradali inglobati nella segnaletica orizzontale (marker stradali o occhi di gatto) secondo i requisiti indicati dalla norma UNI EN 1463-1.

Le strisce in genere, così come tutta la segnaletica orizzontale, potranno essere di ripasso o di primo impianto; l'Impresa, ovunque sia necessario, effettuerà il preventivo tracciamento secondo le dimensioni che saranno precisate dalla Direzione lavori; tale tracciamento dovrà essere eseguito con attrezzature idonee e personale qualificato in modo da ottenere un risultato di stesa geometricamente a perfetta regola d'arte.

La cancellatura della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa che a pagamento, dovrà essere eseguita con sistemi approvati dalla Stazione appaltante.

Controlli

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti ai sensi della norma UNI EN 1824 saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori, all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stato effettuato il prelievo e/o la prova.

Tali verifiche saranno effettuate nella quantità che la Stazione Appaltante riterrà opportuna e come previsto dalle Appendici B, C e D alla norma UNI EN 1436 per i requisiti di colore, visibilità notturna e resistenza al derapaggio.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

CAPITOLO 2

PROVE SUI MATERIALI

Art. 2.1
PREMESSA

Tutte le prove sui materiali e sulle opere costruite funzionali al rilascio dei certificati di regolare esecuzione o ai collaudi sono a carico dell'impresa e, oltre a quelle minime di legge, possono essere richieste dalla DL, anche in addendum al numero minimo richiesto, senza che l'impresa possa accampare ulteriori oneri rispetto a quelli previsti in contratto.

Tutti i materiali devono essere tradotti, a cura e spese dell'impresa, a Laboratorio certificato preventivamente accettato dalla Stazione Appaltante o da essa indicato.

L'impresa deve provvedere alla tenuta in cantiere di tutti i verbali di prelievo necessari per l'accettazione dei materiali, siano essi strutturali che non strutturali.

Qualora l'impresa posi un materiale non accettato dalla DL, quest'ultimo ha la facoltà di far eseguire i campioni necessari fino alla completa demolizione di quanto non autorizzato. In ogni caso l'impresa non può accampare alcun ulteriore onere rispetto a quanto pattuito in appalto.

Le presenti norme si intendono estese anche alle prove richieste per altri materiali e/o impianti riportate in atri capitoli del presente capitolato prestazionale.

Art. 2.2
CALCESTRUZZI

Per una corretta progettazione ed esecuzione delle strutture in cemento armato, il calcestruzzo deve essere specificato in funzione dei seguenti parametri caratteristici:

Classe di resistenza del calcestruzzo

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo è titolato ed identificato, conformemente al D.M. 17 gennaio 2018 (§ 4.1), mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica (f_{ck}) e cubica (R_{ck}) a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici.

Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} [N/mm²]	Resistenza caratteristica cubica R_{ck} [N/mm²]
Classe di resistenza minima per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura		
C8/10	8	10
C12/15	12	15
Calcestruzzo ordinario (NSC): C16/20 - C45/55 [Classe di resistenza minima per strutture semplicemente armate]		
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
Classe di resistenza minima per strutture precompresse		
C28/35	28	35
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
Calcestruzzo ad alte prestazioni (HPC): C50/60 - C60/75 [Classe di resistenza massima per strutture tradizionali]		
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
Calcestruzzo ad alta resistenza (HSC): C70/85 - C90/105		
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105

Il direttore dei lavori eseguirà controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche di calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

Tipologie di controlli

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel controllo di tipo A o di tipo B.

Controllo di tipo A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m^3 ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta

quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.
Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Controllo di tipo B
Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m^3 di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).
Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di calcestruzzo.
Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Si ricorda che un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera, il calcestruzzo necessario al confezionamento di 2 cubetti (provini). La media delle resistenze a compressione dei due provini rappresenta la resistenza di prelievo.

Esito del controllo di accettazione

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le seguenti disuguaglianze:

Controllo di tipo A	**Controllo di tipo B**
Rc min ≥ Rck - 3,5	
Rcm28 ≥ Rck + 3,5 (numero prelievi : 3)	Rcm28 ≥ Rck + 1,48 s (numero prelievi ≥ 15)
Dove: Rcm28 = resistenza media dei prelievi (N/mm^2) Rc min = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm^2) s = scarto quadratico medio	

Prelievo dei provini
Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione sarà eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvederà alla redazione di apposito verbale di prelievo e disporrà l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare riferimento a tale verbale.
La domanda di prove al laboratorio dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

2.2.1) Resistenza meccanica - Rottura a compressione

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare il valore di rottura a compressione su provini di conglomerato cementizio indurito di forma cubica e/o cilindrica.
In merito alla preparazione, al riempimento delle casseforme, la compattazione del calcestruzzo, il livellamento della superficie, la conservazione ed il trasporto dei provini, si veda la UNI EN 12390-2. Per il prelievo di carote dal calcestruzzo indurito, il loro esame, la loro preparazione per le prove di resistenza a compressione, si veda invece la UNI EN 12504-1.
Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.
La norma di riferimento da seguire per la prova di compressione é la UNI EN 12390-3

Modalità esecutive
Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.
Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

L'apparecchiatura da utilizzare per la prova di compressione dovrà rispondere ai requisiti dettati dalla norma UNI EN 12390-4.
Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.
Riportato il provino in posizione di contrasto col piatto superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm^2sec.
Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati, ed in merito si provvederà a trascrivere anche il tipo di rottura (Bipiramidale; Sfaldamento piramidale; Sfaldamento obliquo; Sgretolamento).

I residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

2.2.2) Resistenza meccanica - Rottura a flessione

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare la resistenza a trazione per flessione su provini prismatici di conglomerato cementizio indurito con carico concentrato al centro del provino.
La norma di riferimento da seguire per la prova di flessione é la UNI EN 12390-5.

Modalità esecutive
Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.
Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonché la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino su due appoggi o rulli laterali e centrandolo.
Portato il provino in posizione di contrasto col rullo superiore, si provvederà a tarare la macchina con una velocità di prova pari a 50 N/cm^2sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

2.2.3) Resistenza meccanica - Rottura a trazione indiretta (prova brasiliana)

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare il valore della resistenza a trazione su provini di conglomerato cementizio indurito cubici e/o provini cilindrici.
La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione indiretta é la UNI EN 12390-6.

Modalità esecutive
Si dovrà verificare innanzitutto la planarità delle facce del provino. Nel caso non si riscontri tale requisito, si provvederà alla rettifica meccanica del provino.
Con l'ausilio di un calibro, si provvederà alla misurazione delle dimensioni (vedi UNI EN 12390-1), a pesare ed a siglare (con relativa posizione in opera) ciascun provino, riportandone su apposita scheda tutti i dati, nonchè la data di prova.

Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare il provino tra i piatti della pressa centrandolo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore.

La forza di compressione sarà applicata lungo un segmento: per provini cubici il segmento viene compresso secondo le mezzerie di due facce parallele tramite due rulli di diametro pari allo spigolo del provino; per provini cilindrici la condizione viene realizzata collocandoli con l'asse orizzontale parallelo ai piatti della pressa e quindi comprimendoli secondo due opposte generatrici ad una velocità di prova che deve essere comunque pari a 50 N/cm^2sec.

Gli esiti e i relativi valori di rottura saranno anch'essi annotati ed i residui della prova saranno depositati in apposita area di stoccaggio del materiale e resteranno a disposizione per almeno 20 giorni prima di essere smaltiti.

2.2.4) Misura fisica - Prova di abbassamento al cono (slump test)

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare la consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misurazione dell'abbassamento al cono. Il calcestruzzo fresco è compattato in uno stampo a forma di tronco di cono. Lo stampo è sfilato verso l'alto e l'abbassamento del campione fornisce una misura della consistenza del calcestruzzo.
La norma di riferimento da seguire per la prova di abbassamento al cono é la UNI EN 12350-2.

Modalità esecutive
La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare:

- uno stampo per formare il campione che dovrà essere di metallo non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e con spessore di almeno 1,5 mm. Il suo interno deve essere liscio ed esente da sporgenze quali chiodature ed ammaccature. Lo stampo deve avere forma di tronco di cono cavo con le seguenti dimensioni interne con tolleranza di ± 2 mm:
  - diametro della base inferiore pari a 200 mm;
  - diametro della base superiore pari a 100 mm;
  - altezza pari a 300 mm.

  Le basi inferiore e superiore dello stampo devono essere aperte, parallele fra di loro e ad angolo retto con l'asse del cono. Per poter tenere fermo lo stampo, questo deve essere munito di due maniglie nella parte superiore e di ganci di fissaggio alla piastra di base oppure di staffe sulle quali appoggiare i piedi. Lo sblocco degli eventuali ganci di fissaggio deve avvenire senza che si determini alcun movimento dello stampo stesso o alcuna interferenza con il calcestruzzo che si sta abbassando;
- una barra di costipazione, a sezione circolare, diritta, in acciaio, avente diametro di (16 ± 1) mm, lunghezza di (600 ± 5) mm ed estremità arrotondate;
- un imbuto (opzionale), di materiale non assorbente non facilmente aggredibile dalla pasta cementizia e corredato da un collare per consentire di collocare l'imbuto sullo stampo;
- un'asta, graduata da 0 mm a 300 mm, a intervalli non maggiori di 5 mm, con il punto zero ad una delle estremità;
- una piastra/superficie di base, piastra o altra superficie su cui collocare lo stampo, non assorbente, rigida e piana;
- una sessola.

Si presterà particolare attenzione alla procedura di riempimento del cono, avendo cura di farlo con stratificazioni successive e ben assestate con la barra di costipazione, in modo uniforme e coerentemente alle indicazioni di tempistica dettate dalla norma di riferimento.

La prova si intenderà valida solo se si ottiene un abbassamento vero, ottenendo cioè un calcestruzzo che rimane sostanzialmente intatto e simmetrico nei limiti dell'abbassamento consentito, non cedendo o scorrendo per taglio. In quest'ultimo caso deve essere utilizzato un altro campione e ripetere la prova.
Gli esiti e i relativi valori di abbassamento andranno annotati e registrati per ciascun provino.

2.2.5) Misura fisica - Massa volumica del CLS fresco

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare sia in laboratorio che in cantiere la massa volumica del calcestruzzo fresco compattato.
La norma di riferimento da seguire per la prova di massa volumica é la UNI EN 12350-6.

Modalità esecutive
La prova sarà eseguita con l'ausilio di tutta l'attrezzatura conforme alla procedura prevista dalla norma; in particolare si dovrà utilizzare un contenitore a tenuta stagna con sufficiente resistenza a flessione (ad esempio apparecchio per misura dei pori d'aria) con una superficie interna liscia e un bordo liscio. Il bordo e il fondo devono essere paralleli.
La dimensione minore del contenitore deve essere pari come minimo a quattro volte la dimensione nominale massima dell'inerte grossolano del calcestruzzo, ma non deve essere comunque inferiore a 150 mm. Il volume deve essere come minimo pari a 5 litri.

Si determinerà il peso del contenitore (m1) con una bilancia (precisione 0,10 %). Si verserà quindi il campione di calcestruzzo nel contenitore per poi costiparlo secondo le prescrizioni, si raserà il calcestruzzo traboccante con una riga, con un movimento a sega e si peserà il contenitore pieno (m^2) con la stessa bilancia di precisione.

Riferimenti per il calcolo
Il calcolo della massa volumica è effettuato in base alla seguente formula:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

dove:
D = massa volumica del calcestruzzo fresco, in kgm^3;
m1= massa del contenitore, in kgm^3;
m2= massa del contenitore più la massa del campione di calcestruzzo nel contenitore, in kg;
V= volume del contenitore, in m^3.

Art. 2.3
ACCIAI

Gli acciai per cemento armato sono classificati in due diverse tipologie:
- Acciaio per cemento armato di tipo B450C;
- Acciaio per cemento armato di tipo B450A.

Acciaio per cemento armato di tipo B450C
L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:
- $f_{y\ nom}$ = 450 N/mm^2;
- $f_{t\ nom}$ = 540 N/mm^2.

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

Tab. 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE [%]
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	≥ $f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo (f_{tk})	≥ $f_{t\ nom}$	5.0
	≥ 1,15	

Rapporto tra tensione a rottura e snervamento $(f_t / f_y)_k$	< 1,35	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale $(f_y / f_{y\,nom})_k$	≤ 1,25	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 7,5 %	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: per ϕ < 12 mm per 12 ≤ ϕ < 16 mm per 16 < ϕ ≤ 25 mm per 25 < ϕ ≤ 40 mm	 4 ϕ 5 ϕ 8 ϕ 10 ϕ	

Acciaio per cemento armato di tipo B450A

L'acciaio per cemento armato B450A è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:
- $f_{y\,nom}$ = 450 N/mm^2;
- $f_{t\,nom}$ = 540 N/mm^2.

e dal rispetto dei seguenti requisiti:

Tab. 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	**REQUISITI**	**FRATTILE** [%]
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	≥ $f_{y\,nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo (f_{tk})	≥ $f_{t\,nom}$	5.0
Rapporto tra tensione a rottura e snervamento $(f_t / f_y)_k$	≥ 1,05	10.0
Rapporto tra tensione a snervamento caratteristica e nominale $(f_y / f_{y\,nom})_k$	≤ 1,25	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 2,5 %	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche per ϕ < 10 mm	4 ϕ	

2.3.1) Prove di trazione - su spezzoni da cemento armato

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare i valori di snervamento e di rottura, nonché dell'allungamento percentuale a rottura su barre di acciaio per conglomerati cementizi armati.

La norma di riferimento da seguire per la prova di trazione é la UNI EN ISO 6892-1.

Modalità esecutive
Rilevato e annotato il marchio presente sulla barra indicante il produttore, (vedi elenco messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - www.cslp.it), la barra della lunghezza di almeno 1.05 metri, verrà pesata e sezionata in lunghezze idonee alle prove.
La barra sarà misurata con la precisione del millimetro; con l'impiego della tranciatrice verrà tagliata una provetta di circa 60 cm. La parte restante sarà utilizzata per la prova di piega.
La barretta verrà tacchettata per tutta la sua lunghezza ogni cm.
Si presterà attenzione al corretto utilizzo della macchina, in particolare avendo cura di posizionare la provetta tra le ganasce adatte.
Durante la fase elastica, che si esaurisce con il raggiungimento del carico di snervamento, si rileverà il valore immediatamente prima della ripresa di incremento, individuando quindi lo Snervamento totale.
Durante la fase plastica, si aumenterà il carico di forza fino alla rottura della barretta. Il valore massimo letto alla macchina, corrisponderà al valore di rottura totale.
L'allungamento invece verrà determinato misurando la lunghezza a fine prova di un numero di segmenti, includenti al centro la sezione di rottura, pari a 5 volte il diametro della barra che verrà messo in relazione con la lunghezza iniziale. La differenza, divisa per L_0, e rapportata a 100 rappresenterà il valore di allungamento percentuale a rottura.
Verrà infine recuperato il grafico del diagramma carichi-cedimenti e su di esso si annoterà: il n° di pratica, il n° del provino, il diametro del provino, la scala utilizzata dalla macchina, la data di prova e la firma.
Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

2.3.2) Prove meccaniche - resistenza al distacco del nodo per reti e tralicci elettrosaldati

Definizione
Scopo della prova è la determinazione della forza di taglio della saldatura su provette metalliche di reti e tralicci elettrosaldati, con fili lisci o nervati, di diametro compreso fra 5 e 10 mm per reti e tralicci con acciai B450A e diametro compreso fra 6 e 16 mm per reti e tralicci con acciai B450C.

La norma di riferimento da seguire per la prova é la UNI EN ISO 15630-2.

Modalità esecutive
Da una rete, di dimensioni di almeno 1.05 m x 1.05 m, si ricaveranno tre fili di rete di lunghezza 1.05 mt cadauno e da ognuno dei fili si ricavano n. 3 provette destinate a: prova di trazione, prova di piega e di distacco al nodo.

Prova di Distacco al nodo
Accertato che la provetta contenga almeno un nodo elettrosaldato e che allo stesso sia legato il filo nella direzione ortogonale e lungo 2 cm + 2 cm, si fisserà la parte libera del provino alle ganasce superiori della macchina ed il nodo alla parte inferiore tramite un apposito giunto di bloccaggio.
Si eseguirà quindi la prova in fase elastica, che si esaurirà con il raggiungimento del valore massimo quando si registrerà il distacco dal nodo.

Riferimenti per il calcolo

Il diametro della barra equipesant**e** è $D = \sqrt{\frac{P}{L} \times 0.162}$ [espresso in mm]

la sezione reagente $S = D^2 \times 0.79539$ [mm^2]

$\frac{P}{L}$ è il peso a metro lineare "P/ml", dove:
P = peso della barra espresso in grammi; L = la lunghezza della barra espressa in metri.

La forza di distacco al nodo va confrontata con il Valore di riferimento = $0.12 \times S\,[KN]$

2.3.3) Prove meccaniche - piegamento e raddrizzamento

Definizione
La prova ha lo scopo di determinare il comportamento dei materiali metallici, attraverso la piega di una provetta rettilinea a sezione piena, circolare o poligonale, ad una deformazione plastica. Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non superiore 12 mm si effettua solo la prova di piega fino a raggiungere una forma ad U.
Nel caso di barre in acciaio per cemento armato di diametro non inferiore a 14 mm si effettua prima la prova di piega fino 90° e poi il raddrizzamento fino a 20°.

Le norme di riferimento da seguire per la prova di piegamento e raddrizzamento sono la UNI EN ISO 7438 e la UNI EN ISO 15630-2.

Modalità esecutive
Accertata la conformità della provetta a quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 6892-1, si misurerà con il calibro in più punti lo spessore della barretta registrandone i valori.
I rulli della macchina per la prova di piega verranno fissati alla distanza conforme al diametro della barra da provare e si sottoporrà la provetta ad una piega con angolo noto (90° nel caso di barre per cemento armato); dopodiché si arresterà la macchina e si esaminerà la provetta alla ricerca di cricche.
Nel caso di barre in acciaio per cemento armato, di diametro non inferiore a 14 mm, si procederà al condizionamento per almeno 30' a 100°C e al successivo raffreddamento in aria e si procederà al parziale raddrizzamento della barretta ad un minimo di 20°, quindi si esaminerà la barretta alla ricerca di cricche.
La presenza o meno di cricche, verrà trascritta, riportando la dicitura "favorevole" se la prova è superata senza la presenza di cricche, "non favorevole" in caso contrario.
Gli spezzoni oggetto di prova saranno avvolti da nastro adesivo e, insieme a tutte le altre coppie della stessa pratica, legati, verranno posti nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20 giorni.

2.4) Prove sui pali

Tutte le prove sui pali sono a carico dell'impresa e dovranno essere eseguite da laboratori o strutture accettate dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione delle prove oltre a quanto prescritto nel presente capitolato e negli elaborati progettuali devono essere rispettate le vigenti norme.

Pali di prova
Prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, nel numero di $MANUAL$; l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla Direzione dei Lavori e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.
Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Prove di collaudo statico
Per le prove di collaudo, i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori o dal Collaudatore: il loro numero deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.
Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino a 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.
Ove previsto in progetto, l'Impresa è tenuta ad effettuare sui pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente

a carico dell'impresa, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'elenco dei prezzi unitari.

2.4.1) Prove preliminari e prove in corso d'opera

Prove Preliminari

La tipologia delle attrezzature ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'APPALTATORE alla DIREZIONE LAVORI.

Se richiesto dalla DIREZIONE LAVORI, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera o soggezioni ambientali, l'idoneità di tali attrezzature e l'adeguatezza delle modalità esecutive dovranno essere verificate mediante l'esecuzione di prove preliminari su campo prova.

Prove in corso d'opera

Sui pali di fondazione, ad esclusione di quelli sollecitati prevalentemente da azioni orizzonatali, devono essere eseguite prove di carico statiche per controllarne il comportamentom sotto le azioni di progetto.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1.5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

La presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1.2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di carico devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. in ogni caso per ciascun sistema di fondazione il numero complesivo di prove non deve essere inferiore a :

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero pèiù prossimo al valore 5+n/500, se il numero di pali è superiore a 500.

Fermo restando il numero complessivo delle prove di caricominimo siopra indicato, il numero di prove di carico statiche può essere ridotto se sono eseguite prove di caricop dinamiche sostitutive, da tarare con quelle statiche di progetto su pali pilota, e siano effettuati controlli non didtruttivi su almeno il 50% dei pali, per verificarne lunghezza, integrità strutturale. in ogni caso, deve essere eseguita almeno una prova di carico statica.

per fondazioni su pali di opere che ricadono in condizioni ambientali particolarmente sever, quali ad esempio le strutture offshore con elevato battente d'acqua,l si può fare riferimento a specifiche normative di comprovata validità.

Tutti gli oneri relativi all'esecuzuione delle prove preliminari e delle prove in corso d'opera sui pali, sono completamente a carico dell'Appaltatore.

2.4.2) Prove di carico

Generalità

Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Definizioni:

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (Pmax) è in generale pari a 1,5 volte il carico di esercizio (Pes);
- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (Pmax) è in generale pari a 2,5 ¸ 3 volte il carico di esercizio (Pes).

Normative e specifiche di riferimento:

Valgono le Norme già richiamate ai punti iniziali, ed inoltre: ASTMM D1 143-81 : "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load".

Numero e ubicazione dei pali prova:

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'APPALTATORE dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera. Tuttavia per la scelta del numenro dei pali da sottoporre a prova, si rimanda alle indicazioni fornite dal D.M. 17/01/2018. par 6.4.3.7.2.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DIREZIONE LAVORI, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Prove su Micropali (Prove di carico assiale)

Scelta dei carichi di prova:

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova Pprova sarà

- Pprova = 1.5 Pesercizio
- Pprova = Plim

ove con Plim si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno

Attrezzature e dispositivi di prova:

a) Dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa > 200 mm, posizionati in modo da

essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (<3mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;

- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1,2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2\ Pprova/g = 0.12Pprova$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidezza sui cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione (non facenti parte di alcuna palificata definitiva);

- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 5 diametri).

L'APPALTATORE, nei caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate. Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

b) Dispositivi per la misura dei cedimenti

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\approx$ 120° intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto scelta dei carichi di prova.

- Preparazione dei micropali da sottoporre a prova:

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di $\approx$ 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120°, per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropali una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

a) Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

- Programma di carico:

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a dP, fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

   t = 0 (applicazione del carico)

   t = 2'

   t = 4'

   t = 8'

   t = 15'

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive (δt = 15'):

$$\delta s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore: quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'.

   Allo scarico le letture verranno eseguite anche a t = 30', t = 45' e t = 60'.

2° CICLO

- Applicazione rapida di un carico di entità 1/3 Pes
- Lettura dei cedimenti a t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'
- Scarico rapido e letture a t = 0 e 5'
- Applicazione rapida di un carico di entità 2/3 Pes
- Lettura dei cedimenti come in "b"
- Scarico come in "c"
- Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes
- Lettura dei cedimenti come in "b"
- Scarico con letture a t = 0, 5', 10', 15' e 30'.

3° CICLO

Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico dP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

Il carico Pprova, quando è $<$ Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a t = 0, t = 5' e t = 10' e t = 15'. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a t = 60'.

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

$s(Plim) \geq 2 \cdot s(Plim - \delta P)$

$s(Plim) \geq 0.2\ d + sel$

dove:

d= diametro del micropalo

sel = cedimento elastico del micropalo

Pali trivellati di grande diametro

Sui pali trivellati si eseguiranno prove tipo Cross Hole. Il metodo di prova si basa sulla registrazione continua di segnali di frequenza ultrasonica dopo l'attraversamento di sezioni di calcestruzzo: esso richiede la predisposizione del palo su tutta l'altezza, prima del getto, con tre (o più) tubi diametro 1' ed un quarto neri, filettati e manicottati tipo Fretz-Moon e similari.

Tali tubi saranno inseriti nella gabbia d'armatura prima della sua posa in opera, ai vertici di un triangolo equilatero, legati all'interno delle spirali e dovranno restare approssimativamente parallele anche dopo la loro messa in opera ed il getto successivo del palo. Entro tali tubi verranno fatte scorrere, durante l'esecuzione delle prove, apposite sonde da 25 mm di diametro e 30 cm di lunghezza: i tubi dovranno quindi essere liberi da ostacoli e successivamente riempiti con acqua chiara.

Il metodo adottato dovrà consentire di rappresentare il segnale di ricezione in maniera globale per la valutazione dell'omogeneità delle sezioni esaminate.

Sui pali trivellati è prevista inoltre una prova di carico non distruttiva con celle di Osterrberg.

Compreso la predisposizione di idoneo sistema idraulico necessario per la messa in pressione della cella per tutta la lunghezza del palo, l'impiego di trasduttori di tipo LVWDTs nel numero non inferiore a 3 unità posizionati tra la piastra inferiore e la piastra superiore della cella di carico, l'impiego di n. 2 strain gauges e relativi materiali accessori per il collegamento tra la piastra superiore della cella e la testa del palo, i collegamenti necessari, le attrezzature di carico e misura adeguate. Compreso altresì ogni altro materiale di consumo, ogni onere e magistero per lo svolgimento della prova, ogni attrezzatura necessaria, l'assistenza e la supervisione per le varie fasi di svolgimento dell'intervento, l'impiego di personale tecnico specializzato, la redazione dell'apposita relazione descrittiva, nonché il rilascio del report finale sulla prova svolta.

Ancoraggi - Micropali

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite

del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,3 volte la prevista forza di esercizio.

La tipologia di prove da eseguire (a rottura o di collaudo) ed eventuali modifiche da apportare ai carichi di prova, dovute a quanto riscontrato durante l'esecuzione dei micropali, saranno definite in cantiere dalla Direzione dei Lavori.

CAPITOLO 3

CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Art. 3.1
CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Ai sensi dell'art. 34 del d.lgs. 50/2016 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" si provvede ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM.

Le indicazioni contenute in questo articolo consistono sia in richiami alla normativa ambientale sia in suggerimenti finalizzati alla razionalizzazione degli acquisti ed alla più efficace utilizzazione dei CAM negli appalti pubblici.

- **Modalità di consegna della documentazione**

Il rispetto da parte dell'appaltatore dei requisiti elencati dai seguenti CAM sarà evidente attraverso la consegna alla Direzione lavori dell'opportuna documentazione tecnica che attesti o certifichi la soddisfazione del/i requisito/i stesso/i.

Le modalità di presentazione alla Stazione appaltante di tutta la documentazione richiesta all'appaltatore sono consentite sia in forma elettronica certificata (PEC) che cartacea, opportunamente tracciata dagli uffici preposti alla ricezione.

La stazione appaltante stabilisce di collegare l'eventuale inadempimento delle seguenti prescrizioni a sanzioni e, se del caso, alla previsione di risoluzione del contratto. In merito quindi, si stabilisce quanto segue:

- €. 200,00 per ogni infrazione rilevata e contestata per iscritto dalla DL
- risoluzione del contratto con un numero di infrazioni uguale o superiore a 10.

Art. 3.2
SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE

- **Demolizioni e rimozione dei materiali**

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, le demolizioni e le rimozioni dei materiali dovranno essere eseguite in modo da favorire, il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali. A tal fine il progetto dell'edificio deve prevedere che:

1. nei casi di demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante la demolizione e rimozione di manufatti di qualsiasi genere presenti in cantiere, ed escludendo gli scavi, deve essere avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, recupero o riciclaggio;
2. il contraente dovrà effettuare una verifica precedente alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tale verifica include le seguenti operazioni:
    - individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico, o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
    - una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
    - una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
    - una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

- **Prestazioni ambientali**

Ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, ecc.), le attività di cantiere dovranno garantire le seguenti prestazioni:

- per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali dovranno essere utilizzati mezzi che rientrano

almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato).

Al fine di impedire fenomeni di diminuzione di materia organica, calo della biodiversità, contaminazione locale o diffusa, salinizzazione, erosione del suolo, ecc. sono previste le seguenti azioni a tutela del suolo:
- accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per una profondità di 30 cm, per la realizzazione di scarpate;
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
- eventuali aree di deposito provvisorie di rifiuti non inerti dovranno essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali.

Al fine di tutelare le acque superficiali e sotterranee da eventuali impatti, sono previste le seguenti azioni a tutela delle acque superficiali e sotterranee:
- gli ambiti interessati da formazioni vegetazionali autoctone dovranno essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

Dovranno essere intraprese le seguenti misure:
- le misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.);
- le misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, etc., e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
- le misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
- le misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
- le misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, anche attraverso la verifica periodica degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
- le misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
- le misure per attività di demolizione selettiva e riciclaggio dei rifiuti, con particolare riferimento al recupero dei laterizi, del calcestruzzo e di materiale proveniente dalle attività di cantiere con minori contenuti di impurità, le misure per il recupero e riciclaggio degli imballaggi.
- i mezzi non dovranno mai lavorare a contatto con le acque di ruscellamento le quali dovranno essere opportunamente deviate e convogliate con arginature naturali realizzate con materiale direttamente rinvenuto in sito.

Altre prescrizioni per la gestione del cantiere, per le preesistenze arboree e arbustive:
- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive comprese radici e ceppaie.
- protezione delle specie arboree e arbustive autoctone: gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. In particolare intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2 cm. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, etc;
- i depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di 10 metri).

- **Personale di cantiere**

Il personale impiegato nel cantiere oggetto dell'appalto, che svolge mansioni collegate alla gestione ambientale dello stesso, dovrà essere adeguatamente formato per tali specifici compiti.

Il personale impiegato nel cantiere dovrà essere formato per gli specifici compiti attinenti alla gestione ambientale del cantiere con particolare riguardo a:
- sistema di gestione ambientale,
- gestione delle polveri,
- gestione delle acque e scarichi;

- gestione delle acque di ruscellamento;
- gestione dei rifiuti.

- **Scavi e rinterri**

Prima dello scavo, dovrà essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 30 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).

Per i rinterri, dovrà essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale di cui al precedente punto) proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1.