


COMUNE DI CHIOMONTE


OPERE DI ADEGUAMENTO DEL PROCESSO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CHIOMONTE CONCENTRICO

(Codice Prog. ATO n. 12252)

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO DELL'ELABORATO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE SECONDA

CODICE GENERALE ELABORATO

CODICE OPERA	LOTTO	SETTORE	LIVELLO PROGETTO	AREA PROGETTAZIONE	TIPO DOCUMENTO	N° ELABORATO	VERSIONE
AC	01	A	E	D	CA	01_II	00

IDENTIFICAZIONE FILE: AC_01 CA_01_II_00

VERSIONE	DATA	OGGETTO
00	MAGGIO 2017	EMISSIONE PER APPALTO

DATI PROGETTISTI		TIMBRI - FIRME
 aceaa PINEROLESE L'INNOVAZIONE È IL NOSTRO TERRITORIO	SERVIZIO IDRICO INTEGRATO	 ACEA PINEROLESE INDUSTRIALE S.p.A. Via Vigone, 42 10064 Pinerolo (To) • Tel +39 01212361 • Fax +39012176666 P.Iva e Registro delle Imprese di Torino 05650960012 • Capitale Sociale 33.915.630,15 • REA di Torino: 680448
IL RESPONSABILE PROCEDIMENTO	Geom. Claudio MERITANO	
IL TECNICO PROGETTISTA	Ing. Pietro Negro Via Gualderia, 11 10023 Chieri (TO) Tel. 3351817897 pietro.negro.ing@gmail.com	Ing. Alessandro Abbà Studio 74 s.r.l. Via Tabona, 5/A 10064 Pinerolo (TO) tel. 0121 377188 info@studio74.eu



INDICE

ART. 1.	ASPETTI GENERALI	5
ART. 2.	TRACCIAMENTI.....	6
ART. 3.	ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO	7
ART. 4.	MATERIALI INERTI.....	12
ART. 4.1	PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE	12
ART. 4.2	PER OPERE STRADALI.....	12
ART. 4.3	DETRITO DI CAVA O TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO	13
ART. 5.	ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO	13
ART. 6.	ARMATURE PER CALCESTRUZZO	14
ART. 6.1	MODALITÀ ESECUTIVE ARMATURE PER CALCESTRUZZO.....	16
ART. 6.2	CONTROLLI SULLE ARMATURE	16
ART. 6.2.1	Modalità di prelievo e metodi di prova.....	16
ART. 7.	ESECUZIONE DI SCAVI	18
ART. 7.1	SCAVI IN GENERE.....	18
ART. 7.2	SCAVI DI SBANCAMENTO	19
ART. 7.3	SCAVI DI FONDAZIONE, IN SEZIONE RISTRETTA OD IN TRINCEA, IN SEZIONE AMPIA	19
ART. 7.4	SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTO.....	20
ART. 8.	RILEVATI E RINTERRI.....	20
ART. 9.	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	21
ART. 10.	OPERE E STRUTTURE DI MURATURA.....	22
ART. 10.1	MALTE PER MURATURE	22
ART. 10.2	MURATURE IN GENERE: CRITERI GENERALI PER L’ESECUZIONE.....	22
ART. 11.	OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO	23
ART. 11.1	IMPASTI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	23
ART. 11.2	CONTROLLI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	24
ART. 11.2.1	Resistenza caratteristica	24
ART. 11.2.2	Controllo di accettazione.....	25
ART. 11.2.3	Controlli di qualità del conglomerato	26
ART. 11.2.4	Prelievo dei campioni.....	26
ART. 11.2.5	Dimensioni dei provini casseforme.....	27
ART. 11.2.6	Stagionatura.....	28
ART. 11.2.7	Verbale di preparazione e stagionatura	28
ART. 11.2.8	Spianatura prova a compressione.....	28
ART. 11.2.9	Modalità di rottura del provino	29
ART. 11.2.10	Resoconto della prova di compressione	29
ART. 11.2.11	Prove complementari.....	29
ART. 11.3	CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO	30
ART. 11.3.1	Prova di abbassamento al cono o slump-test.....	30
ART. 11.3.2	Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità.....	30
ART. 11.3.3	Prova di spandimento alla tavola a scosse	31
ART. 11.3.4	Determinazione del contenuto di cemento.....	31
ART. 11.3.5	Controllo della composizione del calcestruzzo fresco.....	31
ART. 11.3.6	Determinazione della quantità d’acqua d’impasto essudata (bleeding).....	32
ART. 11.4	ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D’OPERA.....	32
ART. 11.4.1	Misura dell’indice di maturità del calcestruzzo	32
ART. 11.4.2	Prova bre (building research establishment)	32
ART. 11.4.3	Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo.....	33

ART. 11.4.4 Valori ammissibili per il ritiro.....	33
ART. 11.4.5 Misura della permeabilità.....	33
ART. 11.5 ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO	34
ART. 11.5.1 controlli distruttivi.....	34
ART. 11.5.2 Controlli non distruttivi.....	36
ART. 11.6 PRODOTTI E SISTEMI PER LA PROTEZIONE E LA RIPARAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO.....	37
ART. 11.7 RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI 38	
ART. 11.8 NORME DI ESECUZIONE PER IL CEMENTO ARMATO NORMALE	38
ART. 11.8.1 Operazioni di getto	38
ART. 12. COSTRUZIONE E PROVA DELLE VASCHE E MANUFATTI SIMILI	41
ART. 13. STRUTTURE IN ACCIAIO	42
ART. 13.1 LAVORAZIONI	42
ART. 13.2 SALDATURE	42
ART. 13.3 BULLONATURE	42
ART. 13.4 TRATTAMENTI PROTETTIVI D’OFFICINA	43
ART. 13.5 CHIUSINI E GRIGLIE.....	43
ART. 13.6 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO	44
ART. 13.7 PROVE PRELIMINARI DI QUALIFICA DEI PROCEDIMENTI DI SALDATURA.....	44
ART. 13.7.1 Classi delle saldature.....	45
ART. 13.7.2 Controllo di qualità’ delle strutture saldate	46
ART. 13.7.3 Difetti delle saldature	46
ART. 13.7.4 Controlli non distruttivi.....	48
ART. 13.8 STRUTTURE IMBULLONATE.....	49
ART. 13.8.1 Esecuzione e controllo delle unioni	50
ART. 14. ESECUZIONE DI OPERE ESTERNE.....	51
ART. 14.1 MANUFATTI DI COMPLETAMENTO ESTERNO PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO.....	51
ART. 14.2 CORDONATE IN CALCESTRUZZO.....	51
ART. 15. ESECUZIONE DI STRADE DI SERVIZIO	51
ART. 15.1 PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO	51
ART. 15.2 MASSICCIAIA.....	52
ART. 15.3 CILINDRATURA DELLE MASSICCIAIE	52
ART. 15.4 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIAIE CILINDRATE DA SOTTOPORRE A TRATTAMENTI SUPERFICIALI	54
ART. 15.5 TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE	54
ART. 16. SISTEMAZIONE AREE ESTERNE: PAVIMENTAZIONE IN ELEMENTI DI CEMENTO AUTOBLOCCANTI.....	55
ART. 17. TUBAZIONI	55
ART. 17.1 TIPOLOGIA DI TUBAZIONI IMPIEGATE.....	55
ART. 17.2 TUBAZIONI IN ACCIAIO AL CARBONIO BITUMATE	56
ART. 17.3 CARATTERISTICHE TUBAZIONI.....	57
ART. 17.4 ORDINAZIONE	58
ART. 17.5 ACCETTAZIONE DELLE TUBAZIONI - MARCATURA.....	59
ART. 17.6 TIPI DI GIUNTI	59
ART. 17.7 MONTAGGIO TUBAZIONI METALLICHE.....	61
ART. 17.8 CONTROLLI E PROVE	63
ART. 17.9 PROVE E CONTROLLI IN FABBRICA	64
ART. 17.10 ESAME RADIOGRAFICO	64

ART. 17.11	PROVE E CONTROLLI IN CANTIERE	64
ART. 17.12	COLLAUDO TUBAZIONI.....	64
ART. 17.13	MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI.....	65
ART. 17.13.1	Movimentazione delle tubazioni	65
ART. 17.13.2	Scavo per la tubazione.....	66
ART. 17.13.3	Posa della tubazione	67
ART. 17.13.4	Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati.....	70
ART. 17.14	SOSTEGNI PER CONDOTTE AEREE.....	70
ART. 17.15	PROVA IDRAULICA	70
ART. 17.16	PEZZI SPECIALI - VALVOLE	71
ART. 18.	IMPIANTO ELETTRICO ED ASSIMILATI.....	72
ART. 18.1	DEFINIZIONI.....	72
ART. 18.2	Art. 402 - Oneri a carico dell’appaltatore	72
ART. 18.3	Art. 403 - Documenti applicabili e documenti di riferimento.....	75
ART. 18.4	Art. 403.1 - Leggi, decreti e norme di riferimento.....	75
ART. 18.5	Art. 403.2 - Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)	76
ART. 18.6	ART. 404 - PRESCRIZIONI TECNICHE.....	77
ART. 18.6.1	Indicazioni generali	77
ART. 18.6.2	Indicazioni sulla posa in opera dei materiali.....	78
ART. 18.7	DESCRIZIONE DEI MATERIALI.....	84
ART. 18.8	Quadri e centralini in materiale isolante per piccola distribuzione.....	88
ART. 18.9	ARMADI E QUADRI PER PARTENZE MOTORI.....	89
ART. 18.10	INTERRUTTORI AUTOMATICI	97
ART. 18.11	INTERRUTTORI DI MANOVRA-SEZIONATORI.....	98
ART. 18.12	SCARICATORI DI SOVRATENSIONI (SPD).....	98
ART. 18.13	PRESE.....	99
ART. 18.14	INTERRUTTORI DI COMANDO.....	100
ART. 18.15	APPARECCHI D’ILLUMINAZIONE.....	100
ART. 18.16	UPS	101
ART. 18.17	STRUMENTAZIONE DI MISURA PER IL CONTROLLO DI PROCESSO...	103
ART. 18.18	SISTEMA DI CONTROLLO	103
ART. 19.	COLLAUDO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	105
ART. 19.1	COLLAUDO DEFINITIVO	106
ART. 19.2	ESAME A VISTA	106
ART. 19.3	VERIFICA E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO E DELL’APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE	107
ART. 19.4	MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO	107
ART. 19.5	MISURA DELLE CADUTE DI TENSIONE	107
ART. 19.6	VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CORTOCIRCUITI ED I SOVRACCARICHI	108
ART. 19.7	VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	108
ART. 19.8	MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA.....	108
ART. 19.9	NORME GENERALI COMUNI PER LE VERIFICHE IN CORSO D’OPERA, PER LA VERIFICA PROVVISORIA E PER IL COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI	108
ART. 19.10	COLLAUDI TECNICI PER I QUADRI ELETTRICI.....	109
ART. 19.11	DOCUMENTI DA PREDISPORRE PER IL COLLAUDO FINALE	109

ART. 1. ASPETTI GENERALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I materiali, le apparecchiature, i componenti, ecc., da impiegare nelle opere da eseguire devono essere della migliore qualità esistente in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti per l'accettazione e l'impiego delle opere pubbliche e comunque ben rispondenti per qualità, tipo, dimensione, all'uso cui sono destinati. In particolare devono rispettare le norme UNI, CNR, CEI e le altre disposizioni tecniche comunitarie vigenti, e devono essere impiegate nella costruzione dolo dopo accettazione del Direttore dei lavori, il quale ha il diritto di rifiutare qualunque materiale che ritenga non adatto per la buona riuscita dei lavori.

Per l'accettazione delle apparecchiature, l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L. l'elenco costituito da almeno tre fornitori equivalenti, di primaria casa produttrice per ogni singola apparecchiatura;

I materiali, le apparecchiature, i componenti, ecc. rifiutati devono essere, senza eccezione alcuna, allontanati dai cantieri di lavoro entro il termine perentorio stabilito dal Direttore dei lavori; qualora l'Appaltatore non si uniformi a tali disposizioni, il Direttore dei lavori ha il diritto di provvedere direttamente, addebitando all'Appaltatore la relativa spesa che sarà trattenuta sul primo pagamento in acconto.

L'accettazione dei materiali, delle apparecchiature e dei componenti non può mai pregiudicare alcun diritto dell'Ente Appaltante, ivi compreso quello di rifiutare, in qualunque tempo, ancorché posti in opera, i materiali non corrispondenti alle condizioni contrattuali.

Anche dopo il collaudo generale sono pur sempre dovute, in relazione ai materiali, le garanzie di contratto e di legge per difformità, difetti e vizi dell'opera.

È tuttavia facoltà dell'Appaltatore presentare domanda scritta, per essere autorizzato ad una modifica della provenienza e della qualità dei materiali stabiliti in contratto, allegando i relativi campioni unitamente ai risultati delle analisi effettuati in un laboratorio da lui stesso scelto, tra quelli indicati in contratto. L'utilizzo di materiali di provenienza e qualità diversi rispetto a quelli contrattualmente stabiliti non può, in alcun caso, comportare alcun aumento di costo per l'Ente Appaltante.

Il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare, ove ricorrano, giustificati motivi, la proposta di sostituzione dei materiali senza che l'eventuale rifiuto possa dare all'Appaltatore diritto a reclami o pretese di qualsiasi genere.

Qualora l'Appaltatore abbia, di sua iniziativa e con l'acquiescenza della Direzione dei Lavori, impiegato materiali di dimensioni eccedenti quelli prescritti, oppure di qualità migliore o di lavorazione più accurata, egli non ha diritto ad alcun aumento dei corrispettivi pattuiti indipendentemente dai vantaggi che eventualmente derivino all'opera; in tal caso i lavori saranno pertanto contabilizzati come se i materiali e la loro lavorazione avessero le dimensioni, le qualità e le modalità di lavorazione prescritte. Qualora, invece, sia riscontrata dalla Direzione dei Lavori una qualunque riduzione nella dimensione dei materiali e delle opere, ovvero una qualità inferiore od una minore lavorazione, e tuttavia i lavori siano ugualmente accettati dalla stessa Direzione dei Lavori, i corrispettivi saranno ridotti in proporzione del minor valore dei materiali o delle opere.

Tutte le prove sui materiali e sulle opere finite richieste dalla Direzione dei Lavori, quando non è diversamente disposto dalle pattuizioni contrattuali, fanno carico all'Appaltatore, unitamente a tutte le eventuali spese per prelievo, confezionamento e spedizione dei campioni.

Per il tempestivo accertamento dei requisiti prescritti per i materiali occorrenti nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore è obbligato a far giungere in cantiere i materiali stessi in tempo utile affinché possa essere conosciuto, per ciascuna partita e prima che ne sia iniziato l'impiego, l'esito delle prove necessarie.

Ricevimento dei materiali

Per effettuare le operazioni di scarico, messa a parcheggio delle macchine, dovranno essere realizzate le seguenti attività:

- a) predisposizione di golfari su cui agganciarsi;
- b) nel caso che non siano già stati predisposti i golfari, non potrà essere saldato agli apparecchi nessun golfare senza la dovuta autorizzazione;
- c) nel caso in cui non è possibile utilizzare golfari, saranno utilizzati delle funi di acciaio predisponendo adatte protezioni per non danneggiare l'apparecchio;
- d) non potranno essere utilizzati bocchelli o passi d'uomo a scopo di sollevamento;
- e) saranno predisposti speciali precauzioni e/o rinforzi opportuni nel sollevamento di apparecchi aventi un sottile spessore del mantello per evitare che questi si deformino.

Ispezione dei materiali

Per ogni apparecchio e/o macchina o altro materiale in arrivo in cantiere, sarà eseguita l'ispezione necessaria per verificare eventuali danni o mancanze; in caso di anomalie sarà redatto un verbale concordando le operazioni da effettuare ed i tempi richiesti per riparare eventuali danni in modo da non ritardare i montaggi.

Ogni apparecchio non montato sulle fondazioni dovrà essere posto sopra supporti di legno disposti in modo da non deformare l'apparecchio e mantenerlo discosto dal terreno.

Messa in opera

La posa in opera dovrà avvenire secondo le prescrizioni di progetto, ed mancanza di specifiche indicazioni di quelle del fornitore o della normativa vigente.

La direzione dei Lavori potrà impartire in corso d'opere eventuali disposizioni, per la risoluzione di aspetti di dettaglio.

ART. 2. TRACCIAMENTI

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere effettuato a cura dell'impresa il tracciamento dell'area interessata dall'opera.

Prima di procedere con i lavori l'impresa dovrà avere il benestare della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà eseguire i tracciamenti planimetrici e procurare al personale tutti i mezzi d'opera necessari, anche quando la Direzione stessa intenda verificare detti tracciamenti.

L'impresa dovrà provvedere alla riverifica del posizionamento planoaltimetrico di progetto.

ART. 3. ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

b) Calci

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 6 maggio 1965, n. 595 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici) nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 (Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche).

c) Cementi e agglomerati cementizi e controllo di qualità

Le caratteristiche del calcestruzzo utilizzato nella realizzazione delle vasche si basano su considerazioni riguardanti la resistenza statica dei manufatti e la durabilità, in relazione alla classe di esposizione ambientale.

Si prescrive l'uso di:

- Calcestruzzo per uso non strutturale Classe **C12/15**
Resistenza caratteristica $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$
Dimensioni massime inerti $\leq 32 \text{ mm}$
Classe di consistenza S4
Classe di esposizione XC2
Localizzazione: magroni di sottofondo, getti di pulizia, collottatura di tubazioni interrate
- Calcestruzzo per uso strutturale Classe **C28/35**
Resistenza caratteristica minima $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$,
classe di esposizione XC2 – XA1
Classe di consistenza S4 (fluida).
Il rapporto acqua/cemento dovrà essere non superiore a 0,55;
Il contenuto minimo di cemento 320 kg/m^3 .
Il contenuto di acqua viene valutato in base al contenuto di acqua degli additivi.

Gli inerti sono costituiti da sabbia e da ghiaia naturale con dimensione massima 25 mm, in modo da dare luogo ad una composizione granulometrica costante che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità, ecc.) sia nell'impasto indurito (resistenza, impermeabilità, scarso ritiro, ecc.). Saranno forniti **i certificati relativi alle prove** sui cubetti effettuate da laboratorio autorizzato, nel numero richiesto dalla normativa in vigore.

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

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Tutti i calcestruzzi da utilizzare nella realizzazione delle opere strutturali saranno del tipo a "prestazione".

Con «calcestruzzo a prestazione» s'intende un calcestruzzo per il quale il Progettista ha la responsabilità di specificare le prestazioni richieste ed eventuali ulteriori caratteristiche e per le

quali l'Appaltatore è responsabile della fornitura e della posa in opera di una miscela conforme alle prestazioni richieste e alle eventuali ulteriori caratteristiche (vedi norma UNI 9858).

I dati fondamentali per i calcestruzzi a prestazione, che saranno specificati nel seguito e andranno riportati su tutti gli elaborati di progetto, comprendono:

- classe di resistenza;
- dimensione massima nominale degli aggregati;
- classe di esposizione ambientale;
- classe di consistenza.

Il controllo della qualità del calcestruzzo si articola in tre fasi secondo le nuove NTC/2008 (paragrafo 11.2.2):

- Valutazione preliminare della resistenza (paragr. 11.2.3 NTC) da eseguire prima dell'inizio dei lavori a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo del **Direttore dei Lavori**, per identificare la composizione della miscela conforme alla Rck del progetto; **l'Appaltatore** rimane responsabile anche in caso in cui le prove di prequalifica siano delegate a terzi e che il materiale sia fornito da un produttore di calcestruzzo preconfezionato. In tal caso il calcestruzzo dovrà essere conforme alle prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato di cui alle NTC/2008 paragrafo (11.2.8). Gli impianti di produzione di calcestruzzo preconfezionato dovranno possedere un sistema di controllo di produzione di fabbrica (in aggiunta o in integrazione al tradizionale sistema di gestione di qualità aziendale secondo UNI EN 9001) conforme alle Linee Guida del calcestruzzo strutturale del Min. dei LL.PP. e certificato da un terzo organismo indipendente accreditato secondo procedure analoghe a quelle attualmente adottate per la marcatura CE di altri prodotti da costruzione con sistema di attestazione 2+.

Prima dell'inizio della fornitura il **Direttore dei Lavori** dovrà acquisire copia della certificazione del controllo di processo produttivo. Successivamente il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare che ogni fornitura in cantiere di calcestruzzo preconfezionato sia accompagnato da documenti che indichino gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica e a rifiutare le eventuali forniture non conformi. Il DL dovrà comunque poi eseguire le prove di accettazione.

- **Controllo di accettazione** (paragr. 11.2.5 delle NTC) da effettuare a cura del **Direttore dei Lavori** il quale ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare; il **Direttore dei Lavori** (o un suo tecnico di fiducia) deve procedere al prelievo dei campioni indicando in **apposito verbale** la data del prelievo, la posizione e le date di getto delle strutture interessate da ciascun prelievo, le sigle identificative dei provini e le rispettive resistenza caratteristiche di progetto. Il Direttore dei Lavori deve poi sottoscrivere la domanda di prove (pena la non validità del certificato) presso un Laboratorio Ufficiale riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti secondo art. 59 DPR n° 380/2001 (punto 11.2.5.3 NTC), facendone esplicito riferimento ai dati riportati nel verbale di prelievo che poi dovranno comparire anche nel certificato di prova. Le prove di resistenza meccanica dovranno essere effettuate secondo le norme UNI EN 121390-1 e UNI EN 12390-2 per la stagionatura dei provini e secondo la UNI EN 12390-3 e 4 per la determinazione della resistenza meccanica, adottando i controlli di tipo A (punto 11.1.5.1 NTC) o B (punto 11.2.5.2 NTC) per il calcolo della resistenza caratteristica. Nel caso di produzione di elementi prefabbricati la figura del Direttore Lavori è sostituita in questa fase dal Direttore tecnico di Stabilimento. In caso di esito negativo dei controlli di accettazione il DL deve procedere con una verifica della struttura in opera come descritto al paragr. 11.2.6 delle NTC relativo ai controlli sul calcestruzzo messo in opera.

- **Prove complementari** (parag. 11.2.7 delle NTC) possono essere richieste dal **Direttore dei Lavori** a eventuale completamento delle prove di accettazione per stimare la resistenza in particolari fasi della costruzione (diverse dai 28gg) o in particolari condizioni di utilizzo (temperature molto diverse da 20°C).

Nel caso di elementi prefabbricati in serie (controllata o qualificata) le figure del Progettista e del Direttore lavori sono sostituite fino alla fase di consegna a piè d'opera dal Progettista e dal Direttore tecnico di produzione secondo le responsabilità e attività descritte in dettaglio ai paragrafi 4.1.10.3 e 11.8 delle NTC. E' poi responsabilità del Direttore Lavori dell'opera verificare la conformità di tutti i documenti che il prefabbricatore deve obbligatoriamente consegnare: attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale, certificazione d'origine del prodotto, estratto del registro di produzione, certificati di prova del laboratorio ufficiale, istruzioni per il trasporto e montaggio, elaborati firmati con istruzioni per il corretto impiego e manutenzione dei manufatti (parag. 11.8.5 NTC).

- **Controllo della resistenza del calcestruzzo delle strutture** (paragrafo 11.2.6 NTC)

Il numero di prelievi di campionamento dovrà essere conforme a quanto prescritto dalla norma in vigore "D.M. INFRASTRUTTURE 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Nel caso in cui le resistenze meccaniche dei prelievi eseguiti in corso d'opera (resistenza potenziale) non soddisfino i criteri di accettazione per la R_{ck} prevista in progetto, oppure nel caso in cui sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo rispetto alle prove di prequalifica oppure sulla validità stessa dei controlli di accettazione qualità del calcestruzzo delle strutture il **Direttore Lavori** o il **Collaudatore** devono procedere alla valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera (resistenza strutturale) attraverso prove non distruttive (per esempio mediante sclerometria, misura della velocità delle onde ultrasoniche o estrazione di tasselli post inseriti secondo UNI EN 12504-1, 2 e 3) o distruttive consistenti nell'estrazione dalla struttura di provini cilindrici noti come "carote". Per tali valutazioni, le NTC indicano anche come documento di riferimento le "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" emanate dal consiglio superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale (febbraio 2008 e s.m.i) (parag. 11.2.6 delle NTC).

Nel caso di esecuzione di misure di resistenza a compressione su carote (f_c strutt), la norma UNI EN 12504-2 (prelievo esame e prove di compressione su carote) e la UNI EN 13 791 (valutazione della resistenza a compressione su calcestruzzo messo in opera) raccomandano di eseguire carote con $h/d=1$ nel caso in cui il risultato voglia essere confrontato direttamente con un cubo di lato h , ovvero carote con $h/d=2$ qualora si debba far riferimento a provini cilindrici di uguali dimensioni. Diversamente, nel caso si utilizzi una carota con $h/d = 2$, per tener conto della diversa geometria (cilindrica nella carota e cubica nei provini di accettazione), la corrispondente resistenza cubica (R_c) su cubo di lato pari ad h andrà calcolata mediante l'equazione [1.1] riportata al punto 11.2.10.1 delle NTC ripresa dalle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale:

$$R_{ck} = f_{ck} / 0.83 \quad [1.1]$$

A causa del differente grado di compattazione e della diversa stagionatura del calcestruzzo in opera rispetto a quelli realizzabili per un provino, il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore

medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% (UNI EN 13791:2008) del valore medio definito in fase di progetto (paragr. 11.2.6 NTC).

$$R_{cm} \text{ strutt} \geq 0.85 R_{cm} \text{ prog. [1.2]}$$

Secondo quanto indicato al punto 10.3 delle “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”, sono necessarie almeno 3 carote per ricavare un semplice valor medio (f_{cm} opera). Nel caso si voglia calcolare anche un valore caratteristico in opera, le Linee Guida riprendono quanto indicato nella UNI EN 13791:2008 “Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo” e cioè:

Se il numero di carote è maggiore o eguale a 15, la resistenza caratteristica in opera f_{ck} opera è il valore inferiore tra:

$$f_{ck} \text{ opera} = f_{cm} \text{ opera} - 1,48s \text{ (con } s = \text{scarto quadratico medio)}$$

$$f_{ck} \text{ opera} = f_{cmin} \text{ opera} + 4$$

Se il la numerosità è compresa tra 4 e 14, la resistenza caratteristica f_{ck} opera è il valore inferiore tra:

$$f_{ck} \text{ opera} = f_{cm} \text{ opera} - k$$

$$f_{ck} \text{ opera} = f_{cmin} \text{ opera} + 4$$

con k pari a:

5 per n° di carote da 10 a 14

6 per n° di carote da 7 a 9

7 per n° di carote da 3 a 6

Nel caso in cui la resistenza della struttura (media o caratteristica) risulti inferiore all'85% di quella di progetto (media o caratteristica), possono sorgere problemi circa la responsabilità di questa non conformità al dato progettuale. Le possibili situazioni possono essere così riassunte:

- se la R_{cm} misurata attraverso il controllo di accettazione su provini cubici risulta maggiore o eguale al valore di progetto deve ovviamente escludersi che la qualità del materiale sia la causa della non conformità del calcestruzzo in opera; conseguentemente, in caso di fornitura del conglomerato cementizio da parte di terzi (preconfezionatore) questi non sono responsabili della eventuale non conformità; in questo caso solo l'Appaltatore può essere coinvolto come responsabile della non conformità dovendosi attribuire questa ad una non corretta messa in opera o inadeguata stagionatura;
- se la R_{cm} misurata attraverso il controllo di accettazione, risulta inferiore a quella di progetto, il fornitore di calcestruzzo viene coinvolto nella non conformità e conseguentemente nelle eventuali operazioni di consolidamento o anche di demolizione e rifacimento stabilite dal Direttore dei Lavori. Se nonostante la R_{cm} dei provini risulti inferiore al valore di progetto, ma la f_{cm}

strutt ($h/d=1$) risulta maggiore di 0.85 Rcm prog, il Direttore dei Lavori può non eseguire alcun consolidamento; occorre tuttavia stabilire la dequalificazione commerciale della fornitura di calcestruzzo.

Additivi: l'uso è previsto con adeguate precauzioni e nella misura in cui si può provare sperimentalmente che il prodotto aggiunto non altera le qualità richieste al calcestruzzo e non danneggia le armature; si consente l'uso di additivi fluidificanti per diminuire la quantità di acqua occorrente per l'impasto e conseguentemente il successivo ritiro (lavorabilità S4 – fluida).

Gli additivi per migliorare le caratteristiche del calcestruzzo potranno essere impiegati secondo le prescrizioni del produttore, sulla base di prove di laboratorio ufficiale che attestino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti e ne garantiscano la qualità e la costanza di caratteristiche nel tempo.

d) Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

e) Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

Per l'accettazione valgono i criteri generali.

ART. 4. MATERIALI INERTI

ART. 4.1 PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

1) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

2) Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri generali.

3) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

ART. 4.2 PER OPERE STRADALI

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente, o gelide o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, alla abrasione, al gelo, avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marmose. Dovranno corrispondere alle norme di cui al Fascicolo n. 4 - Ed. 1953 del C.N.R.; mentre i ghiaietti per pavimentazione alla Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura o formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o di massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle ricerche. Rispetto ai crivelli U.N.I. 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 U.N.I. e trattenuti dal crivello 25 U.N.I., i pietrischetti quelli passanti dal crivello 23 U.N.I. e trattenuti dal crivello 10 U.N.I., le graniglie quelle passanti dal crivello 10 U.N.I. e trattenute dallo staccio 2 U.N.I. 2332.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per la esecuzione di ricarichi di massicciate e per i materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni, e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

ART. 4.3 DETRITO DI CAVA O TOUT VENANT DI CAVA O DI FRANTOIO

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti; di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 centimetri. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 centimetri.

ART. 5. ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito. Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 (Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento).

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942/2. Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 20 novembre 1987.

La resistenza meccanica degli elementi essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità riviste nel D.M. di cui sopra.

È in facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

ART. 6. ARMATURE PER CALCESTRUZZO

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Tutte le forniture dovranno rispettare le prescrizioni normative in merito alla documentazione di accompagnamento, ai controlli di produzione in stabilimento, nei centri di trasformazione e di accettazione in cantiere. Tali barre dovranno inoltre superare con esito positivo prove di aderenza secondo il BEAM TEST conformemente alle modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005 e dovranno essere del tipo saldabile. Tutte le forniture dovranno rispettare le prescrizioni normative in merito alla documentazione di accompagnamento, ai controlli di produzione in stabilimento, nei centri di trasformazione e di accettazione in cantiere. Tali barre dovranno inoltre superare con esito positivo prove di aderenza secondo il BEAM TEST conformemente alle modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005 e dovranno essere del tipo saldabile.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Nella lavorazione e posa delle barre d'armatura si dovranno rispettare le disposizioni di normativa. In particolare le barre dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da altre sostanze e al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie libere di trafilatura, ruggine libera, ghiaccio, olio ed altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo ed all'aderenza tra i due. È tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita impiegando piegatrici meccaniche. La disposizione delle armature dovrà essere tale da garantire la continuità elettrica all'interno del manufatto.

Per le opere in progetto è previsto l'uso di:

1. Acciai per carpenteria metallica ed inserti: **S235** (zincato a caldo);
2. Bulloni per carpenteria metallica: **classe 8.8** (zincati a caldo);
3. Acciai per armatura di conglomerati: si utilizza acciaio tipo Fe B450C controllato in stabilimento, esente da scorie, saldature, soffiature o da qualsiasi altro difetto. Saranno forniti i certificati di provenienza e di prova rilasciati da laboratorio autorizzato forniti dal produttore, nonché i certificati relativi alle prove di trazione su spezzoni di vario diametro effettuate da laboratorio autorizzato, nel numero richiesto dalla normativa vigente.

Il controllo della qualità dell'acciaio per c.a. dovrà essere conforme alle prescrizioni del paragrafo 11.3.2 NTC, Secondo cui il controllo della qualità dell'acciaio per c.a. e c.a p. si articola in diverse fasi:

- a. Controllo di produzione di fabbrica e relativa procedura di qualifica, da parte del Servizio Tecnico Centrale (paragr. NTC 11.3.1 in generale, 11.3.2.1 per c.a, 11.3.3.5.2 per c.a.p.). In questa fase le prove di qualifica sono condotte sia internamente all'impianto di produzione sotto il controllo di un laboratorio ufficiale, sia presso il laboratorio ufficiale stesso e sono soggette ad una procedura di qualificazione con revisione semestrale da parte del Servizio Tecnico Centrale.

La qualifica comporta l'emissione di un attestato di qualificazione in cui vengono dichiarati i valori caratteristici dei vari requisiti geometrici e prestazionali richiesti dalle NTC per le diverse tipologie di prodotto (paragr. NTC da 11.3.2.1 a 11.3.2.5 per c.a., 11.3.3.2 e 11.3.3.5.2 per c.a.p.). Ad ogni fornitura, identificata dal N° del documento di trasporto, il Ricevente (Direttore di stabilimento di un impianto di prefabbricazione o il Responsabile di un Centro di trasformazione o assemblaggio o il Direttore Lavori per forniture direttamente

in cantiere) prima della messa in opera dovrà verificare suddetta documentazione di qualifica.

- b. Controllo di accettazione da effettuare, entro 30 gg dalla data di consegna del materiale, a cura del Direttore di Stabilimento nel caso di forniture ad un impianto di prefabbricazione (paragr. 1.3.3.5.4 NTC) o del Responsabile di un Centro di trasformazione o assemblaggio (paragr. NTC 11.3.2.6, e 11.3.2.10.3 per c.a. e 11.3.3.5.3 per c.a.p.) o del Direttore Lavori per forniture direttamente in cantiere (paragr. NTC 11.3.2.10.4 per c.a. e 11.2.3.5.4 per c.a.p.) presso un Laboratorio Ufficiale. Le modalità di richiesta prova ed emissione dei certificati da parte del laboratorio ufficiale sono identiche a quelle già descritte per il calcestruzzo.

Nel caso di certificazione effettuata dall'impianto di prefabbricazione o da un centro di trasformazione, questi saranno tenuti a fornire al Direttore dei Lavori dell'opera i certificati delle prove eseguite, copia della propria obbligatoria certificazione qualità, copia della autorizzazione alla propria produzione da parte del Servizio Tecnico Centrale nonché eventuale marcatura aggiuntiva che identifichi anche il centro di trasformazione.

Nel caso di armatura per c.a. (par. NTC 11.3.2.10.3), per ogni fornitura dovranno essere prelevati 3 spezzoni marcati di uno stesso diametro scelto all'interno di un gruppo di diametri di produzione omogenea. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI.

Nel caso di esito negativo si dovrà procedere con ulteriori prove su 10 provini i cui risultati medi dovranno in questo caso superare i valori caratteristici.

Prove complementari (paragr. NTC 11.3.2.6, 11.3.2.10.3, 1.3.3.5.4) possono essere richieste dal Direttore Lavori in aggiunta a quelle già eseguite dal centro di trasformazione o dall'impianto di prefabbricazione nel caso di fornitura indiretta.

Per quanto non esplicitato si fa riferimento a quanto prescritto dalle NTC 2008 al paragrafo 11.3

Per il Collaudo ai sensi delle NTC 2008 il Collaudatore deve controllare i documenti attestanti il possesso delle necessarie autorizzazioni, la denuncia di inizio lavori, eventuali variazioni in corso d'opera nonché alla verifica della relazione del DL a fine lavori.

Il Collaudatore deve esaminare il progetto dell'opera ed in particolare i livelli di sicurezza e di durabilità adottati in relazione alla vita utile di progetto dichiarata, i modelli geologico, dei materiali, delle azioni e di calcolo adottati, nonché le verifiche numeriche condotte nei calcoli strutturali dal progettista ed i piani di manutenzione previsti. Nelle varie fasi costruttive dell'opera e degli elementi strutturali principali, sia costruiti in opera che prefabbricati, il Collaudatore deve ispezionare l'opera alla presenza del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore confrontando il progetto con la costruzione realizzata. Egli deve controllare le certificazioni dei controlli di accettazione su materiali e prodotti, i risultati delle indagini geotecniche, eventuali prove aggiuntive richieste dal DL, il registro delle non conformità curandosi che ognuna di queste ultime sia stata risolta. In caso contrario, o comunque in caso di dubbio sulla sicurezza o sulla durabilità dell'opera, il collaudatore potrà richiedere di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini supplementari che lo convincano sulla sicurezza, durabilità e collaudabilità della struttura.

Il Collaudatore può predisporre un programma di prove di carico da sottoporre all'accettazione del Progettista, del Direttore Lavori e del Costruttore. Le prove di carico, della cui attuazione è responsabile il Direttore Lavori, dovranno essere condotte con azioni pari ai valori massimi di progetto solo quando i materiali abbiano raggiunto le resistenze attese e la struttura la configurazione finale. Il Collaudatore deve successivamente esaminare i risultati di suddette prove di collaudo. Il giudizio sull'esito delle prove è completa responsabilità del Collaudatore.

ART. 6.1 MODALITÀ ESECUTIVE ARMATURE PER CALCESTRUZZO

Nella lavorazione e posa delle barre d'armatura si dovranno rispettare le disposizioni del D.M. Infrastrutture 14-01-2008.

Le barre dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da altre sostanze.

Al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie libere di trafilatura, ruggine libera, ghiaccio, olio ed altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo ed all'aderenza tra i due.

taglio e piegatura

È tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita impiegando piegatrici meccaniche.

posa e fissaggio

L'ANCORAGGIO delle barre sarà effettuato secondo il D.M. Infrastrutture 14-01-2008.

La SOVRAPPOSIZIONE delle barre sarà effettuata secondo il D.M. Infrastrutture 14-01-2008.

Il COPRIFERRO e l'INTERFERRO dovranno essere secondo il D.M. Infrastrutture 14-01-2008.

ART. 6.2 CONTROLLI SULLE ARMATURE

ART. 6.2.1 Modalità di prelievo e metodi di prova

Per quanto segue si fa riferimento al punto 11.3 del D.M. 14 gennaio 2008. Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma UNI ENV 10080, salvo quanto stabilito al punto 11.3.2.10 dello stesso D.M. 14 gennaio 2008, per quanto riguarda la determinazione dei valori caratteristici f_{yk} , $f_{(0,2)k}$ e f_{tk} .

Controlli in stabilimento

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate al punto 11.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008. Queste prevedono che i valori caratteristici f_{yk} o $f_{(0,2)k}$ e f_{tk} e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato D.M. 14 gennaio 2008.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e marchiate secondo quanto prescritto ai punti 11.3.1.4, 11.3.1.5 e 11.3.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008. La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi a quella di spedizione. Tale periodo può essere prolungato fino a 6 mesi qualora il produttore abbia comunicato ufficialmente al Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo di avere sospeso la produzione, nel qual caso il certificato dovrà essere accompagnato

da copia di detta comunicazione. Qualora la sospensione della produzione si protragga per oltre 5 mesi, la procedura di qualificazione dovrà essere ripresa ab initio.

Prodotti

Gli adempimenti di cui al punto 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

Per i prodotti provenienti da Paesi dell'Unione Europea nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità competenti, il produttore potrà, in alternativa a quanto previsto al punto 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008, inoltrare al Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale domanda intesa ad ottenere il trattamento all'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1 del D.M. 14 gennaio 2008 in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri, da 5 a 10 mm, da 12 a 18 mm, oltre 18 mm, per ciascuna partita prescelta, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Le prove si effettuano presso un laboratorio, ex art. 20 legge n. 1086/1971, Ufficiale o in Concessione e riguardano la resistenza e l'allungamento. I valori caratteristici delle grandezze f_y e A_{gt} devono rispettare i limiti di accettazione di cui alla Tab. 11.3.VI del D.M. 14 gennaio 2009.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente.

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

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

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al punto 11.3.2.10.4 del D.M. 14 gennaio 2008, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

Tolleranze

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.

Qualora le sezioni effettive risultassero inferiori a tale limite, nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze stabilite.

Nell'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio si opera comunque sulla sezione effettiva delle barre lisce e sulla sezione effettiva del tondino equipesante, ricavato per pesata, per le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata.

Per i fili di acciaio trafilati e per i fili delle reti e dei tralicci la tolleranza sulle sezioni ammesse per l'impiego è di +/- 4% per tutti i diametri.

Marchiatura per identificazione

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il marchio (nervatura e marchiatura) presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

ART. 7. ESECUZIONE DI SCAVI

ART. 7.1 SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988 e Circ. Min. LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in luogo scelto dall'Appaltatore previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

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

Per lo smaltimento dei materiali di scavo eccedenti i rinterri, l'appaltatore dovrà presentare apposito piano per la gestione delle terre, ai sensi dell'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e D.G.R. del 15.02.2010 n° 24-13302.

ART. 7.2 SCAVI DI SBANCAMENTO

Si intendono tutti i tagli a sezione aperta almeno da un lato praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o sistemato in precedenza.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti gli scavi di splateamento o spianamento del terreno per l'impianto di opere d'arte o di gabbionate, per trincee di approccio, per l'apertura di cave di prestito, di sedi stradali e relativi cassonetti, cunette e fossi.

Sono considerati, inoltre, scavi di sbancamento anche i tagli di scarpate, argini e rilevati per costituzione di opere di sostegno o per incassature di opere d'arte (spalle di ponti, briglie, manufatti in genere) eseguite al di sopra del piano orizzontale precedentemente definito, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei corsi d'acqua, il fondo dei canali, sia esistenti che da costituire, ampliare ed approfondire, precisando che nel caso di canali rivestiti o comunque protetti si farà riferimento al fondo della sagoma in terra.

In esplicita deroga a quanto sopra espresso, vengono classificati tra gli scavi di sbancamento anche quelli per la formazione di vasche di compenso e quelli per far luogo ai manufatti relativi, eseguiti al di sopra del piano di posa del rivestimento del fondo.

Saranno considerati inoltre scavi di sbancamento tutti quelli relativi alla sistemazione di alvei naturali se espressamente ordinati dalla D.L.

ART. 7.3 SCAVI DI FONDAZIONE, IN SEZIONE RISTRETTA OD IN TRINCEA, IN SEZIONE AMPIA

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti; a sezione ristretta quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Per scavi a sezione ampia si intendono quelli per la formazione di vasche, manufatti interrati o seminterrati di dimensioni planimetriche superiori a 5 m².

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno gli scavi 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 l'Amministrazione 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 por mano alle opere prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani del fondo dello scavo.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che lo richiedono, dovranno, essere realizzate con determinate pendenze.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, e/o essere effettuati in seguito alla realizzazione di tratti di berlinese con micropali ove previsti in progetto, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle opere.

L'Appaltatore 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 dell'Amministrazione; i legnami persi, che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

ART. 7.4 SCAVI SUBACQUEI E PROSCIUGAMENTO

Se dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui agli artt. precedenti, l'Appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, in facoltà della Direzione dei lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Nel prezzo a corpo degli scavi l'Impresa dovrà tenere conto delle spese per la fornitura ed il funzionamento

di sistemi di aggettamento dell'acqua di falda per tutta la durata dei lavori della sezione interrata ed in tutte le altre fasi qualora necessario.

ART. 8. RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori. Per rilevati e rinterri, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È 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 ordinate. L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scorticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

ART. 9. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in pristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'articolo 40 del vigente Capitolato Generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

L'Appaltatore dei lavori provvederà a denunciare immediatamente alla Direzione dei Lavori il rinvenimento di speroni di muratura o di altro genere o di oggetti di valore archeologico o artistico, che dovessero venire alla luce negli scavi, sospendendo gli scavi stessi affinché possano essere fatti gli eventuali accertamenti dalla Direzione dei Lavori, che prenderà i provvedimenti del caso.

ART. 10. OPERE E STRUTTURE DI MURATURA

ART. 10.1 MALTE PER MURATURE

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli articoli precedenti.

L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi.

Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 – Paragrafo 11.10.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 14 gennaio 2008 – Paragrafo 11.10.

ART. 10.2 MURATURE IN GENERE: CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE.

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, ecc.);
- per il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna: saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessioni.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di otto né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile drenante, ecc.) che impedisca la risalita per capillarità.

Per quanto non contenuto nel presente Capitolato si dovrà fare riferimento alle «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura» contenute nel D.M. 14 gennaio 2008.

ART. 11. OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

ART. 11.1 IMPASTI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

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 dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

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.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 9858; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le

caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare la segregazione dei costituenti l'impasto o il deterioramento dell'impasto stesso.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- la data e l'ora di partenza dall'impianto, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- il tipo, la classe e, ove specificato nell'ordine di fornitura, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi nominali trasportati;
- la tipologia e l'identificazione degli eventuali additivi utilizzati.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato.

ART. 11.2 CONTROLLI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2/2/2009

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel D.M. 14 gennaio 2008.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari. (le fasi sono descritte all'art. 65 lettera c di questo capitolato)

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri.

ART. 11.2.1 Resistenza caratteristica

Prima dell'inizio di una produzione di serie o della costruzione di un'opera, il costruttore, in possesso di tutti i dati ufficiali relativi alla qualità dei componenti il conglomerato, deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite, di determinazioni sperimentali, o dell'uno e dell'altro criterio. Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata, che sarà controllata come nei paragrafi seguenti.

Agli effetti delle presenti norme un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione.

La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

Nelle presenti norme, a meno di indicazione contraria, la resistenza caratteristica designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati come al punto 3, allegato 2, del D.M. 9 gennaio 1996.

Il conglomerato cementizio per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche - di qualità, p.e. tipo di cemento (UNI EN 197) requisiti degli aggregati (UNI 8520/2), e se i rapporti quantitativi tra i componenti, le attrezzature e le modalità di confezione e posa in opera rimangono praticamente invariati.

ART. 11.2.2 Controllo di accettazione

Controllo tipo A

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 mc massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Siano R_1 , R_2 , R_3 le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$\begin{aligned} R_m &\geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ R_1 &\geq R_{ck} - \text{(N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Nelle costruzioni con meno di 100 mc 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 tipo B

Nelle costruzioni con più di 1500 mc di miscela omogenea è ammesso il controllo di accettazione di tipo statistico. Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 mc di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 mc. Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$\begin{aligned} R_m &\geq R_{ck} + 1,4s \\ R_1 &\geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_1 il valore minore dei 15 o più prelievi ed s lo scarto quadratico medio.

Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia. Il direttore dei lavori dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai laboratori ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia. La domanda di prove al laboratorio ufficiale dovrà essere sottoscritta dal direttore dei lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Se una prescrizione del controllo di accettazione non risulta rispettata, occorre procedere: ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante le prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (es. carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero tranquillizzanti si potrà: dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I controlli di accettazione sono assolutamente obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la congruità e la validità; ove ciò non fosse, il Collaudatore è obbligato a prescrivere tutte le provi necessarie per attestare la qualità e le caratteristiche del conglomerato, seguendo la stessa procedura descritta quando non risultano rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

La procedura prevista è integralmente estesa alla produzione di serie in stabilimento. Essa dovrà essere documentata dal Responsabile della produzione che assume la responsabilità del rispetto delle norme.

ART. 11.2.3 Controlli di qualità del conglomerato

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi.

a) Studio preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati (UNI 8520/2); cementi (UNI EN 197); acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (UNI 9858). Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

b) Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la resistenza a compressione di provini cubici; l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

c) Prove complementari

Comprende tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

ART. 11.2.4 Prelievo dei campioni

Il prelievo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette ed a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere, deve essere opportunamente assestato per strati con l'utilizzo di tondini di ferro o 10 mm. Nel caso del prelievo di calcestruzzo di media consistenza la costipazione sarà eseguita con pestello di superficie di circa $1/8$ e $1/4$ della sezione del provino. Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella forma mediante vibratore ad immersione, di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione il calcestruzzo dovrà essere rasato con righello metallico e lisciato con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura. La sformatura che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione ed in modo da non danneggiare il provino. I provini dovranno poter essere identificati e rintracciati in qualsiasi momento.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la Resistenza di prelievo, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso. Per la forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo e le relative casseforme, vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1 limitatamente ai provini per le prove di resistenza a compressione. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella EN 12390-3.

ART. 11.2.5 Dimensioni dei provini casseforme

Il punto 11.2.4 del D.M. 14 gennaio 2008 rimanda alla norma UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002 che definiscono la forma, le dimensioni ed i contenuti dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica previste dalle UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Sono ammesse le seguenti tolleranze, superando i seguenti valori e necessario rettificare o sostituire le casseforme adoperate:

- tolleranza fino al 1% sulle dimensioni effettive del provino;
- tolleranza angolare circa $90^\circ \pm 30'$ riferita all'angolo formato tra due facce contigue del provino;
- tolleranza dello 0,05 % sulla planarità riferita al lato del provino.

La norma UNI EN 12390-1:2002 definisce le caratteristiche (assorbimento e tenuta) e la tipologia delle casseforme, metalliche e no, utilizzate per la confezione di provini di calcestruzzo per prove di resistenza meccanica. Le casseforme che possono essere singole o multiple, debbono essere realizzate con materiali non assorbenti, in caso contrario l'acqua assorbita dalla cassaforma non deve superare i 5 g/dmc. Le casseforme in commercio sono realizzate in:

- materiale composito, leggero e di tipo scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali
- polistirolo espanso, per la sformatura del provino tali casseforme devono essere distrutte
- acciaio, scomponibili e dotate anche di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti.

ART. 11.2.6 Stagionatura

La stagionatura dei provini deve avvenire a temperatura di 20 +/- 2°C con umidità relativa non inferiore al 90% e in idonei locali oppure conservando i provini sotto strato di sabbia o stracci umidi. Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla UNI EN 12390-2 debbono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo debbono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura non prima di 2 ore dall'inizio dell'esecuzione della prova. I provini non possono essere rimossi prima che sia trascorso un tempo pari a $\frac{3}{4}$ del tempo di stagionatura, durante il trasporto i provini debbono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come prove a 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la Resistenza di prelievo che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

ART. 11.2.7 Verbale di preparazione e stagionatura

Il verbale di preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo in riferimento alla UNI EN 12390-2 deve contenere le seguenti indicazioni:

- forma, dimensioni, massa della sformatura e numero dei provini
- modalità di preparazione dei provini (costipazione, battitura, vibrazione, numero dei colpi e massa dell'attrezzo impiegato ecc.) condizioni di stagionatura (temperatura, umidità relativa, ecc.).

ART. 11.2.8 Spianatura prova a compressione

La spianatura delle facce del provino può essere eseguita:

- con macchina dotata di mole o dischi di carburo di silicio o diamantati
- con l'applicazione di pasta di cemento, gesso, miscela di zolfo e sabbia, ecc.

La spianatura deve essere ripetuta in caso di errore di planarità o angolo tra due facce contigue superiore alle tolleranze ammesse. La prova a schiacciamento deve essere eseguita con presse rispondenti alla UNI 6686, ponendo il provino tra i piatti della macchina in modo che il carico risulti applicato in direzione normale a quella di costipamento durante il getto.

L'apparecchio misuratore deve consentire la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell'1%. Il carico deve essere applicato senza urti e con gradiente pari a 50 +/- 20 N/cm². (Per il calcolo della resistenza caratteristica deve assumersi, secondo le prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008, il valore della resistenza alla

compressione dopo 28 giorni di stagionatura con temperatura $T = 20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, ed umidità relativa U.R. $>90\%$)

ART. 11.2.9 Modalità di rottura del provino

La prova a compressione dei provini di calcestruzzo è considerata soddisfacente se avviene con un tipo di rottura del provino uniforme e simmetrica:

a) Rottura normale

La rottura normale è quella che avviene senza frantumazioni e senza lesioni sulle facce del provino a contatto con i piatti della pressa oleodinamica, la macchina di prova deve essere di classe I. La rottura normale considerata più soddisfacente è quella che si manifesta con l'espulsione laterale di materiale tale che la forma restante del provino sia assimilabile a due tronchi di piramidi aventi in comune la base minore e con le facce laterali inclinate di 45° .

b) Rottura anomala

Le rotture anomale, cioè diverse da quelle sopra descritte, possono dipendere da diverse cause come, ad esempio, la mancata coincidenza dell'asse verticale del provino con quello della pressa oleodinamica, l'impiego di casseformi non idonee adoperate per il confezionamento del provino, difetto costruttivo della pressa o un suo mancato controllo periodico.

ART. 11.2.10 Resoconto della prova di compressione

Il certificato, emesso da laboratorio ufficiale o in concessione (art. 20, legge n. 1086/1971) contenente l'esito della prova a compressione dei provini in calcestruzzo deve contenere i seguenti dati:

- 1) numero e sigla di identificazione del provino
- 2) data di confezionamento del provino
- 3) eventuale spianatura dei provini
- 4) data della prova
- 5) dimensioni ed area della sezione resistente
- 6) massa del provino
- 7) resistenza a compressione
- 8) tipo di rottura
- 9) dichiarazione del responsabile del laboratorio che la prova è stata eseguita in conformità alle prescrizioni della norma UNI 6132 (EN 12390-3)
- 10) eventuali difetti del provino.

ART. 11.2.11 Prove complementari

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei controlli di accettazione che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.

Potranno servire al direttore dei lavori od al collaudatore statico per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il controllo di accettazione.

ART. 11.3 CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO

ART. 11.3.1 Prova di abbassamento al cono o slump-test

La prova del cono di Abrams o slump-test (UNI 9418) ha lo scopo di valutare la plasticità, e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo. Per la prova è utilizzato uno stampo tronco conico in lamiera pesante perfettamente liscio all'interno, aperto alle due estremità, dotato manici ed alette inferiori per impedire movimenti durante il riempimento.

La misura dell'abbassamento o cedimento del cono in cm (o in mm) detto anche slump, eseguita rispetto all'altezza dello stampo fornisce indicazioni sulla consistenza del calcestruzzo ed il suo comportamento durante il getto all'interno delle casseforme.

In caso di disgregazione del calcestruzzo la prova deve essere ripetuta.

La norma UNI 9418 in base all'abbassamento del cono distingue 5 classi di consistenza del calcestruzzo.

La prova ha diverse limitazioni, in particolare non è adatta per i calcestruzzi molto asciutti per i quali l'abbassamento del cono risulta pressoché nullo, inoltre non è applicabile per i calcestruzzi confezionati con aggregati di dimensioni maggiore di 40 mm. Nei casi di slump maggiore di 25 mm la prova è ritenuta inattendibile.

La prova del cono deve essere eseguita al momento dello scarico dalla betoniera ed in occasione del getto.

L'eventuale rimescolamento riduce sensibilmente la lavorabilità del calcestruzzo e di conseguenza lo slump.

ART. 11.3.2 Coefficiente di costipamento o indice di compattabilità

La prova per la determinazione dell'indice di compattabilità (UNI 9420) è applicabile per i calcestruzzi di consistenza fino a quella semifluida, confezionati con aggregati di dimensione fino a 40 mm.

La prova è eseguita utilizzando un recipiente metallico a tenuta d'acqua e indeformabile, dotato di manici. Il recipiente con base quadrata di lato 20 +/- 0,2 cm e altezza di 40 +/- 0,2 cm, viene riempito con il calcestruzzo versandolo in prossimità dei quattro angoli, a riempimento ultimato si raso la superficie senza effettuare compressione sul calcestruzzo. Successivamente si consegue l'assestamento del calcestruzzo con ago vibrante o con un pestello.

Completato l'abbassamento, deve essere misurato l'abbassamento del calcestruzzo h dal bordo del recipiente.

La misura deve essere fatta lungo gli assi mediani e a 5 cm dal bordo, assumendo come abbassamento della prova la media degli abbassamenti misurati.

ART. 11.3.3 Prova di spandimento alla tavola a scosse

Prova in cantiere

La prova della tavola a scosse effettuata in cantiere (DIN 1048) prevede l'impiego di una doppia tavola in legno delle dimensioni di 70 cm x 70 cm, con piano superiore rivestito in lamiera zincata piana dello spessore di 2mm.

Al centro della tavola è tracciata una croce e un cerchio di 20 cm di diametro sopra cui viene appoggiato lo stampo tronco-conico che deve essere riempito di calcestruzzo con due strati di ciascuno assestato con 10 colpi di pestello, dopo il riempimento la superficie del cono deve essere rasata.

Dopo avere sfilato lo stampo tronco di cono, la tavola superiore dotata su un lato di una maniglia, viene sollevata e lasciata cadere per 5 volte in 5 secondi da un'altezza di 4 cm data dal fermo di battuta.

Successivamente si procede alla misura dello spandimento del calcestruzzo sul piano della tavola come indicato nel paragrafo precedente.

Prova Vebe

La prova Vebe è utilizzata per valutare la consistenza o grado Vebe del calcestruzzo. La prova che può essere eseguita in cantiere o in laboratorio è applicabile a calcestruzzi di bassa lavorabilità confezionati con inerte di diametro massimo di 40 mm.

Il metodo deve essere impiegato per calcestruzzi con uno slump non superiore a 5 cm, in caso contrario il tempo di vibrazione è molto breve comportando notevoli errori di misura.

ART. 11.3.4 Determinazione del contenuto di cemento

La direzione dei lavori può ordinare di eseguire una prova sul calcestruzzo fresco per accertarne il contenuto di cemento rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

Per l'esecuzione della prova dovrà essere prelevato un campione di max 8 kg di calcestruzzo.

ART. 11.3.5 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla UNI 6393, è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco, rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile a calcestruzzo nel quale la dimensione massima dell'aggregato supera 31.5 mm e a calcestruzzo prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma UNI EN 12350-1.A.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita precisione del 3%.

ART. 11.3.6 Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cmc/cm²) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con diametro massimo maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Norma di riferimento: UNI 7122).

ART. 11.4 ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA

ART. 11.4.1 Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo

Il grado di maturità del calcestruzzo deve essere misurato con strumenti detti matuometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo. Tali valori, rilevati direttamente in situ, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

ART. 11.4.2 Prova bre (building research establishment)

La resistenza del calcestruzzo prima della sformatura è valutata determinando la forza di estrazione mediante inserti post-inseriti nel getto. La prova è stata sviluppata nel 1977 dal Building Research Establishment inglese (BRE). La resistenza media del calcestruzzo si stima con l'ausilio di una curva di taratura sperimentale o, se non disponibile, della curva di correlazione fornita dalla casa costruttrice, unitamente, all'attrezzatura necessaria e con l'effettuazione di almeno sei prove (Norme di riferimento: UNI 10157).

ART. 11.4.3 Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. e influenzate dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

- il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.

L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 50 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificate, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm (Norme di riferimento: ASTM C 426, UNI 6555, UNI 7086).

ART. 11.4.4 Valori ammissibili per il ritiro

Secondo le attuali norme tecniche, per la valutazione dell'entità del ritiro finale dell'opera realizzata, in mancanza di una diretta sperimentazione e quando non si ricorra ad additivi speciali si ammettono i valori riportati e calcolati secondo la seguente normativa di riferimento: UNI 6555, UNI 6687, UNI 7086, UNI EN 680, UNI EN 1367-4)

ART. 11.4.5 Misura della permeabilità

Le strutture in calcestruzzo devono risultare più o meno impermeabili, all'acqua o ai gas, in funzione delle condizioni ambientali (fattori di esposizione UNI 9858) o delle prestazioni attese, p.e. opere idrauliche: serbatoi, dighe, gallerie, pontili, porti, ecc. La permeabilità del calcestruzzo è dovuta soprattutto da cavità interne e porosità aperta che consentono il passaggio di liquidi e di gas. I principali fattori che la determinano possono essere sintetizzati come segue:

- rapporto acqua/cemento (a/c). L'acqua di impasto in eccesso provoca nella pasta cementizia in maturazione la formazione di pori capillari tanto più grandi quando maggiore è il rapporto a/c con conseguenziale aumento del ritiro;
- compattazione del calcestruzzo. Le modalità di compattazione del calcestruzzo, durante il getto, debbono essere tali da non lasciare spazi vuoti, vespai, ecc.;
- condizioni di maturazione. La maturazione dello strato corticale del calcestruzzo per effetto di un'eccessiva velocità di essiccamento spesso dovuta ad elevata temperatura esterna favorisce la formazione di porosità degli strati esterni compromettendo il copriferro con pregiudizio per l'integrità delle armature metalliche.

Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella DIN 1 048 (Test methods for concrete) — ISO 7031; un calcestruzzo si considera adatto alla confezione se fornisce, in assenza di specifiche diverse, valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.

Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in situ si possono applicare i seguenti metodi:

- ISAT. La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di: calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;
- Figg. La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e i successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

ART. 11.5 ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO INDURITO

ART. 11.5.1 controlli distruttivi

Prove di trazione diretta

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente $L \geq d$ dove d è la massima dimensione trasversale.

Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente ed ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

Prova di trazione indiretta o prova brasiliana

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un materiale cedevole che consente l'uniforme distribuzione delle pressioni lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

Prova a trazione per flessione

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto ad un carico concentrato applicato in mezzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.

La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.

I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

Misura del modulo di elasticità

Il D.M. 9 gennaio 1996 per il modulo elastico istantaneo E_c , tangente all'origine, in mancanza di diretta sperimentazione da eseguirsi secondo la norma UNI 6556 — Prove su calcestruzzi — Determinazione del modulo elastico secante a compressione, consente di assumere un valore per il modulo elastico istantaneo E_c del calcestruzzo secondo la resistenza dello stesso.

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

Nel calcolo delle deformazioni elastiche di elementi strutturali in c.a., il valore del modulo elastico del calcestruzzo dovrebbe sempre essere determinato sperimentalmente su idonei provini prelevati durante il getto e con la necessaria attenzione alle condizioni di umidità.

Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo in situ può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in

caso di non conformità dei controlli previsti all'allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996 ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti nel citato allegato 2; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.

L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (UNI 6127). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:

- fattore geometrico, cilindrico/cubico, pari a 1.2 secondo il D.M. 9 gennaio 1996 ovvero variabile fra 1.25 (Rck15) 1.2 (Rck60) secondo la UNI 9858;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con: macchine carotatrici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma UNI 682 prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte; sega a disco diamantato, si ricorre a questa tecnica per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc.

Nel caso delle grandi strutture (dighe, opere marittime, ecc.) è consentito l'estrazione di grossi blocchi di calcestruzzo in corrispondenza dell'intersezione di due o più superfici, mediante la realizzazione di piani di distacco ortogonali alle superfici libere, realizzando ad esempio una serie di fori allineati e contigui.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei, parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) località e denominazione del cantiere
- 2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo
- 3) forma e dimensione dei provini
- 4) numero e sigla di ciascun campione
- 5) data del getto
- 6) data del prelievo delle carote
- 7) modalità di estrazione ed utensile impiegato.

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.

Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:

- le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;
- la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
- l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente influente ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura,

con utensile meccanico, determina un disturbo (tormento) sul campione prelevato, per tenere conto di tali influenze, si utilizzano i fattori di conversione riportati nelle seguenti tabelle. Tali valori tendono all'unità quanto maggiore è la resistenza a compressione del calcestruzzo.

Il valore di resistenza a compressione ottenuto da un campione cilindrico di calcestruzzo prelevato in opera (carota) deve essere opportunamente incrementato, per poter stimare il corrispondente valore relativo ad un calcestruzzo confezionato al momento del getto, con coefficienti che permettono di considerare correttamente l'effetto del danneggiamento subito dal campione prelevato in opera rispetto a quello semplicemente "scasserato" oppure la diversa influenza delle condizioni di posa in opera e confezionamento, compattazione, stagionatura, i valori per ciascun parametro sono compresi fra 1,05 e 1,20.

Metodo di estrazione (Pull-Out)

La prova di estrazione è un metodo semidiretto, localmente distruttivo per la misura della resistenza a compressione del calcestruzzo. La prova consiste nell'estrazione per contrasto di un tassello Fischer BM 16 TCP entrambi posizionati in opera prima del getto (intervento preventivo), oppure di un tassello ad espansione inserito in una fase successiva al getto, Fischer-Zycon M 10 TCP (intervento post-opera).

L'estrazione viene eseguita con un opportuno martinetto il quale esercita una forza P_0 che viene a sua volta a distribuirsi sulla corona circolare di un opportuno anello di contrasto, studiato in funzione della profondità del tassello. Si possono infatti modificare la profondità dello stelo (tassello), i diametri D dell'anello di contrasto e d della testa dello stelo (tassello), determinando in tal modo differenti valori dell'angolo b di rottura del calcestruzzo.

Prova di aderenza (Pull-Off)

Il metodo Pull-Off si basa su un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata ad un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.

Dall'area del disco e dall'intensità del carico di rottura si determina la resistenza a trazione del calcestruzzo.

Metodo di penetrazione (Sonda Windsor)

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata.

Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di rinfissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro

ART. 11.5.2 Controlli non distruttivi

Prove sclerometriche

L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, direzione dei lavori ed impresa, nell'interpretazione dei risultati, si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c ed un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate. Rispetto ai valori così determinati è possibile accettare una dispersione dei risultati compresi il $\pm 10\%$.

Si precisa a riguardo che la procedura fin qui descritta non sostituisce in alcun modo quanto prescritto dal punto 11.2 del D.M. 14 gennaio 2008 ma rappresenta l'unico modo per consentire l'accettazione ed il collaudo di materiali in epoca diversa da quella del confezionamento.

Nel seguito si riassumono le fasi previste dalla UNI 9189, della prova sclerometrica che prevede: la documentazione dell'attività dell'attrezzatura attraverso verifiche periodiche dello strumento e comunque con interventi di manutenzione presso la casa produttrice oltre le 500 prove; la pulizia, preliminare alla esecuzione della prova, delle superfici sulle quali devono essere effettuate le prove sclerometriche viene eseguita con spazzole dure e/o mole smerigliate, al fine di eliminare dal calcestruzzo le eventuali rugosità lasciate dai casseri in legno o dalla polvere di cemento indurita e depositatasi durante la vibrazione del calcestruzzo. In generale si raccomanda di asportare uno spessore superficiale di qualche millimetro.

Durante il saggio l'asse dello strumento deve essere perpendicolare alla superficie della struttura per evitare che l'eventuale inclinazione possa influenzare i risultati.

Rilievi microsismici o ad ultrasuoni

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.

Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, e relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in-situ, particolare cura nelle operazioni di prova.

Per il calcestruzzo devono impiegarsi trasduttori con frequenza oscillanti fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezo-elettrici.

Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nella interpretazione dei risultati deve correlarsi il modulo elastico con la resistenza a compressione.

Controlli con ultrasuoni

Il metodo di controllo con ultrasuoni deve essere impiegato per il controllo di diversi parametri quali la variazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo nel tempo, la valutazione dei moduli di elasticità dinamico ed elasticità dinamico di taglio, il coefficiente dinamico di Poisson, lo sforzo di compressione, l'indice percentuale dei vuoti, la stima della resistenza caratteristica del calcestruzzo, la presenza di difetti interni, la valutazione dell'entità di fessure superficiali o di strati danneggiati, gli effetti prodotti da basse temperature, lo spessore di elementi strutturali, ecc.

Metodo delle correnti indotte

Per l'applicazione del metodo delle correnti indotte si rimanda alle norme tecniche UNI.

ART. 11.6 PRODOTTI E SISTEMI PER LA PROTEZIONE E LA RIPARAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Per i requisiti d'accettazione dei prodotti e sistemi, Metodi per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo si rimanda alla UNI EN 1799.

ART. 11.7 RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali da realizzare, è stabilita dal D.M. 14 gennaio 2008

Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate almeno una volta il diametro delle barre stesse ed in ogni caso non meno di 2 cm. In caso di accoppiamento delle barre la mutua distanza tra le coppie deve essere di almeno 4 cm.

L'eventuale rilevazione dei ferri d'armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione.

Il valore del copriferro è stimato in funzione dell'entità dell'assorbimento elettromagnetico mediante la lettura di un apposito diagramma di correlazione, in dotazione allo strumento, noto di già il diametro della barra d'acciaio o determinandolo come appresso.

Per maggiore sicurezza e consigliabile ripetere la prova utilizzando un altro spessore. La precisione della tecnica è stimata in circa 10%.

ART. 11.8 NORME DI ESECUZIONE PER IL CEMENTO ARMATO NORMALE

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme del D.M. 14 gennaio 2008 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2/2/2009. In particolare:

a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto.

Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 C, salvo il ricorso ad opportune cautele. In generale si richiamano le prescrizioni di cui al par 11.2 NTC 2008 (si richiama inoltre quanto già descritto all'art. 65 lettera c di questo capitolato)

b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate ed eseguite secondo quanto previsto al paragrafo 11.3 NTC 2008.

Le giunzioni saranno effettuate mediante sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. La lunghezza di ancoraggio è stata calcolata caso per caso pertanto dovrà essere realizzata secondo gli elaborati di progetto,

e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

ART. 11.8.1 Operazioni di getto

L'Appaltatore dovrà a comunicare con anticipo al Committente il programma dei getti indicando:

- la data di getto
- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;

- la classe di resistenza e la classe di consistenza del calcestruzzo.
- I getti potranno avere inizio solo dopo che sarà stato verificato:
- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- la posizione degli inserti.

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive.

In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato ripristino.

Non sarà consentito l'appoggio diretto dei casseri e banchinaggi direttamente sul terreno.

Nel caso che non sia possibile l'appoggio dei casseri sulle strutture in cls, occorrerà realizzare dispositivi atti a ridurre le sollecitazioni sul terreno e prevedere opportune controfrecce, in modo da evitare che al momento del getto i cedimenti elastici del suolo inducano nei casseri frecce positive.

Le casseforme dovranno essere dimensionate e montate in opera in modo da sopportare la combinazione più sfavorevole di:

- peso totale di casseforme, armatura e cls;
- carichi di lavoro, compresi gli effetti dinamici della posa e della compattazione del cls e del traffico di personale e mezzi d'opera;
- carichi di vento e neve.

Le casseforme degli elementi inflessi saranno montate in opera con le controfrecce che dovrà precisare l'ingegnere calcolatore.

In fase di montaggio delle casseforme si dovranno inserire gli inserti previsti in progetto o prevedere cassette per riceverli.

Particolare cura dovrà porsi in fase di montaggio affinché i giunti di montaggio fra le casseforme siano perfettamente aderenti e tali pertanto da evitare perdita di boiaccia.

Le barre distanziatrici poste fra i casseri delle murature facciavista dovranno essere del tipo con guaina a perdere in plastica, e saranno posizionate con passo costante da concordare con la Direzione Lavori.

I fori risultanti a scasseratura avvenuta saranno sigillati con appositi tappi in plastica da forzare negli stessi.

Nel caso non sia ammessa la guaina a perdere l'Assuntore dovrà adottare distanziali a perdere tipo barre Widman o piattine da lasciare annegate nel getto o parzialmente recuperabili.

In tale ultimo caso si dovranno sigillare i due vani con conglomerato identico a quello del getto.

In particolare per le casseforme in legno l'Assuntore dovrà attenersi alle seguenti particolari prescrizioni:

- non alternare fra loro, in uno stesso getto, tavole nuove e tavole precedentemente utilizzate, tenuto conto del diverso grado di assorbimento;
- bagnare le casseforme prima del getto al fine di evitare la contrazione delle stesse a seguito del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento;
- ribattere e stuccare le teste dei chiodi di assemblaggio delle tavole affinché non vengano a contatto col calcestruzzo in fase di getto.

Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmani le cui schede tecniche dovranno essere preventivamente consegnate al Committente. Se porose, le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti.

I ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

In ogni caso, tale approvazione non sminuirà o annullerà in alcun modo la responsabilità dell'Assuntore nel caso di getti facciavista dal risultato insoddisfacente rispetto a quanto precisato nel presente capitolato.

I prodotti disarmani dovranno essere applicati, in modo uniforme, dall'alto verso il basso e per ultimo sui fondi, impiegando il minimo quantitativo sufficiente ad ottenere un buon distacco ed evitando altresì la formazione di grumi.

In fase di applicazione i prodotti disarmani non dovranno mai venire in contatto con le armature, con il calcestruzzo già indurito o con altri materiali non costituenti superficie interna delle casseforme.

È sempre vietato l'aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione. È ammesso l'uso di scivoli soltanto se risulterà garantita l'omogeneità dell'impasto in opera. Potranno essere utilizzate benne a scarico di fondo e di nastri trasportatori della sola per distanze di scarico non raggiungibili con autopompe.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà essere mai maggiore di 100 cm. Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore, misurato dopo la vibrazione, comunque non maggiore di 50 cm. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso.

Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratori a immersione dovranno penetrare per almeno 5 cm nello strato inferiore.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze.

Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Per getti in pendenza dovranno essere predisposti cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrati efficacemente.

Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua l'Appaltatore dovrà:

- adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento o alla deviazione dell'acqua o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche.

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, previo verifica tra le Parti, prima di poter effettuare la ripresa la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di ritardanti superficiali o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di + 5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5°C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di - 5°C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, concordati tra le Parti.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 [14] concordati tra le Parti.

ART. 12. COSTRUZIONE E PROVA DELLE VASCHE E MANUFATTI SIMILI

L'Impresa non darà inizio al getto delle strutture in calcestruzzo delle vasche se prima non sia stato ultimato lo scavo per la sede di queste e la sede stessa non sia stata conformata ed eventualmente munita di opere di difesa e consolidamento a criterio insindacabile della Direzione dei Lavori.

Non sarà dato inizio alle dette strutture se prima l'Impresa non abbia approvvigionato tutti i materiali da costruzione ed i macchinari occorrenti, in modo che il getto del calcestruzzo non subisca interruzioni e possa eseguirsi con assoluta continuità.

In particolare l'Impresa disporrà di un adeguato numero di betoniere adatte alle esigenze del getto continuo per la costruzione delle vasche.

Saranno costruite contemporaneamente ed al completo per tutte le vasche o camere, le casseforme e relativi sostegni, le armature, tutti i casseri in genere e tutte le opere occorrenti per conformare le camere stesse e le loro strutture di calcestruzzo predisponendo dette opere per la necessità del getto continuo.

La Direzione dei Lavori, dopo che avrà controllato ed approvato le casseforme, le armature, la disposizione dei ferri, ecc., consentirà l'inizio dei getti di calcestruzzo, che deve procedere contemporaneamente per tutte le camere delle vasche e con assoluta continuità.

Dopo il disarmo e la rimozione del materiale di armatura, centinatura, ecc. e prima di procedere al rinterro del manufatto, si procederà all'eventuale sigillatura dei fori su pareti, alla prova di tenuta delle vasche stesse, ossia della impermeabilità delle strutture di calcestruzzo.

Si proveranno prima le camere una per una, lasciando vuote le altre ed osservando le permeazioni eventuali. Dopo l'esito soddisfacente di dette singole prove, si potrà procedere ad una prova generale riempiendo contemporaneamente tutte le vasche.

ART. 13. STRUTTURE IN ACCIAIO

Dovranno essere realizzati in acciaio zincato avente le caratteristiche riportate negli elaborati grafici.

Per le strutture in acciaio si adopereranno profilati a freddo in Acciaio tipo S235, tutti i profilati saranno zincati a caldo e le giunzioni saranno realizzate mediante saldatura o bullonatura secondo le indicazioni degli elaborati di progetto.

I Bulloni per carpenteria metallica saranno di classe 8.8 (zincati a caldo)

Tutto il materiale usato per la costruzione dovrà possedere la caratteristica di “prodotto qualificato”; dal quale risulti in modo inequivocabile il riferimento (a mezzo marcatura in cifre o in lettere) dell'azienda produttrice, dello stabilimento di produzione, del tipo di acciaio e del grado qualitativo.

ART. 13.1 LAVORAZIONI

Tutte le lavorazioni dovranno essere eseguite in conformità con quanto disposto dal D.M. 14/1/2008. Non saranno ammessi fori e tagli con mezzi termici. Dovranno essere asportate tutte le sbavature e gli spigoli taglienti mediante molatura.

ART. 13.2 SALDATURE

Le saldature dovranno essere eseguite in conformità alle UNI EN ISO 4063 da personale qualificato; l'Appaltatore dovrà fornire la documentazione di qualificazione richiesta dalla vigente normativa.

Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di particelle eterogenee, soffiature per bolle gas, incollature per sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punture di spillo, tracce di ossidazione ed altre irregolarità e difetti.

I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccesso di corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

ART. 13.3 BULLONATURE

Tutti i collegamenti bullonati dovranno essere effettuati in conformità con quanto disposto dal D.M. 14/1/2008 e dalle specifiche norme UNI EN ISO, impiegando bulloni con un diametro minimo di 12 mm.

I dadi dovranno essere avvitati con chiavi dinamometriche tarate per ciascun diametro di bullone.

Non sarà ammessa, durante il montaggio, l'asolatura, ottenuta col cannello, di fori non combacianti per errato tracciamento.

I bulloni necessari all'assemblaggio delle varie parti dovranno potersi infilare senza difficoltà e dovranno pervenire in cantiere in appositi contenitori.

ART. 13.4 TRATTAMENTI PROTETTIVI D'OFFICINA

La zincatura dovrà essere realizzata per immersione a caldo secondo UNI E14.07.000.0. La quantità minima di zinco dovrà essere:

- 500 g/m² per profilati e larghi piatti
- 375 g/m² per dadi e bulloni.

Tutte le strutture metalliche dovranno essere sottoposte a zincatura a caldo, salvo diversa indicazione negli elaborati grafici o realizzate in acciaio inossidabile.

La zincatura dovrà essere preceduta dalla preparazione delle superfici consistente in:

- sgrassaggio
- lavaggio
- decapaggio
- lavaggio
- flussaggio
- essiccamento.

Lo strato di zinco dovrà presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie ed analoghi difetti.

Esso dovrà aderire tenacemente alla superficie del metallo base.

ART. 13.5 CHIUSINI E GRIGLIE

I chiusini e le griglie dovranno essere conformi alle norme UNI EN 124 e dovranno essere di ghisa sferoidale.

Tutti i coperchi ed i telai dovranno portare obbligatoriamente in maniera chiara e durevole le seguenti marcature:

- all'esterno di coperchi e griglie:
 - il logo dell'Amministrazione appaltante.;
 - - la dicitura ACQUEDOTTO oppure FOGNATURA, ove richiesta;
 - la dicitura EN 124;
 - la classe di resistenza D 400 oppure C 250.
- all'interno di coperchi e griglie:
 - il nome o la sigla del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice.

All'esterno o all'interno di coperchi e griglie dovrà essere riportato il marchio di un ente di certificazione:

- all'interno di coperchi e griglie:
 - il logo dell'Amministrazione appaltante.;
 - la dicitura EN 124;
 - la classe di resistenza D 400 oppure C 250;
 - il nome o la sigla del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
 - il marchio di un ente di certificazione.

Nei limiti del possibile, le marcature interne dovranno essere visibili dopo l'installazione dei chiusini

i dispositivi che non presentassero le marcature prescritte verranno rifiutati.

I telai e i coperchi devono essere fabbricati in modo da assicurare l'intercambiabilità, ossia, scelti a caso un qualsiasi telaio ed un qualsiasi coperchio, questi devono presentare tra loro un

accoppiamento perfetto, con una finitura delle zone di contatto che garantisca la non emissione di rumore.

L'intercambiabilità dovrà essere garantita sia tra pezzi di uno stesso lotto che tra pezzi di lotti prodotti in tempi diversi.

Devono essere inoltre eseguiti dal fornitore i controlli di qualità previsti dalla UNI EN 124.

La documentazione relativa ai controlli di qualità effettuato dal fabbricante deve riportare in dettaglio tutte le fasi di produzione, dal ricevimento delle materie prime alla spedizione dei prodotti finiti

La D.L. può far eseguire presso lo stabilimento i controlli previsti dalla EN 124.

Quando tutte le prove eseguite abbiano dato risultato soddisfacente, il materiale s'intenderà accettato.

ART. 13.6 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO

I controlli richiesti per le strutture in acciaio potranno essere i seguenti:

- esame visivo conformemente alle norme CNR UNI 10011;
- controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma CNR UNI 10011;
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Data la complessità delle problematiche e consigliabile che il collaudatore si avvalga del supporto di strutture specializzate in questo genere di controlli aventi personale ed attrezzature adeguate.

ART. 13.7 PROVE PRELIMINARI DI QUALIFICA DEI PROCEDIMENTI DI SALDATURA

L'impiego di elettrodi omologati secondo la norma UNI 5132 esime da ogni prova di qualifica del procedimento. Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:

- l'attitudine ad eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare con prove non distruttive o con prove di rottura sul giunto;
- la resistenza a trazione su giunti testa a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che deve risultare non inferiore a quella del materiale base;
- la capacità di deformazione del giunto, mediante provette di piegamento che dovranno potersi piegare a 180° su mandrino con diametro pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio Fe 360 ed Fe 430 e a 4 volte lo spessore per l'acciaio Fe 510;
- la resilienza su provette intagliate a V secondo EN 10045/1a, ricavate trasversalmente al giunto saldato, resilienza che verrà verificata a + 20°C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0°C, o a 0°C nel caso di temperature minori; nel caso di saldatura ad elettrogas o elettroscoria tale verifica verrà eseguita anche nella zona del materiale base adiacente alla zona fusa dove maggiore è l'alterazione metallurgica per l'alto apporto termico.

I provini per le prove di trazione, di piegamento, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche, se ritenute necessarie, verranno ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti allo scopo gli spessori più significativi della struttura.

ART. 13.7.1 Classi delle saldature

Per giunti testa a testa, od a croce od a T, a completa penetrazione, si distinguono due classi di giunti:

Prima classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo la norma UNI 5132 — Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova — o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9.1.96 e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura. Tali giunti debbono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278- Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione. L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare brusche discontinuità con il metallo base specie nei casi di sollecitazione a fatica.

Seconda classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo UNI 5132 o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9 gennaio 1996 e realizzati ugualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura. Tali giunti devono inoltre soddisfare l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento F della UNI 7278. L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare brusche discontinuità con il materiale base. Per entrambe le classi l'estensione dei controlli radiografici o eventualmente ultrasonori deve essere stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista, in relazione alla importanza delle giunzioni e alle precauzioni prese dalla ditta esecutrice, alla posizione di esecuzione delle saldature e secondo che siano state eseguite in officina o al montaggio.

Per i giunti a croce o a T, a completa penetrazione nel caso di spessori $t > 30$ mm, l'esame radiografico o con ultrasuoni atto ad accertare gli eventuali difetti interni verrà integrato con opportuno esame magnetoscopico sui lembi esterni delle saldature al fine di rilevare la presenza o meno di cricche da strappo.

Nel caso di giunto a croce sollecitato normalmente alla lamiera compresa fra le due saldature, dovrà essere previamente accertato, mediante ultrasuoni, che detta lamiera nella zona interessata dal giunto sia esente da sfogliature o segregazioni accentuate.

I giunti con cordoni d'angolo, effettuati con elettrodi aventi caratteristiche di qualità 2, 3 o 4 di cui alla norma UNI 5132 — Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese.

Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova — o con gli altri procedimenti indicati al punto 2.4.1 del D.M. 9 gennaio 1996, devono essere considerati come appartenenti ad una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni. Il loro controllo verrà di regola effettuato mediante sistemi magnetici; la sua estensione verrà stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista e in base ai fattori esecutivi già precisati per gli altri giunti.

ART. 13.7.2 Controllo di qualità' delle strutture saldate

Il controllo delle saldature come il collaudo e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali.

Tuttavia le caratteristiche particolari del procedimento di giunzione mediante saldatura suggeriscono l'esecuzione di controlli in senso più lato, comprendente oltre al collaudo vero e proprio della saldatura, prove, verifiche preliminari e ispezioni in corso d'opera per prevenire esecuzioni errate prima del loro collaudo finale.

Una corretta e scrupolosa progettazione strutturale dovrebbe essere completata da una corretta esecuzione delle opere, eseguendo gli opportuni controlli in corso d'opera, specie in presenza di saldature di significative parti della struttura, ciò per evitare riduzioni del coefficiente di sicurezza, che falserebbero le previsioni teoriche di calcolo.

Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:

- controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali,
- preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);
- valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
- applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;
- valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature avviene nelle seguenti tre fasi:

- 1) verifiche e prove preliminari
- 2) ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature
- 3) controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.

Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina, e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.

Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato. Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

ART. 13.7.3 Difetti delle saldature

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi: disomogeneità metallurgiche (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata ed il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad

altre caratteristiche del giunto (per esempio tempratura o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel); discontinuità metalliche, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, ad esempio, cricche o inclusioni di scorie.

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico.

I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

Cricche

Si definisce cricca una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette microcricche.

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

Difetti esterni o di profilo

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come segue:

- i. Eccesso di sovrametallo. È riscontrabile nei giunti di testa. Erroneamente l'eccesso di sovrametallo non è considerato un difetto perché il maggiore spessore della saldatura può offrire al giunto una resistenza più elevata. Ma in certe condizioni di servizio, come fatica, urti, bassa temperatura, un giunto del genere è meno resistente di uno di forma regolare a causa delle discontinuità geometriche che si creano ai bordi del metallo stesso.
- ii. Cordone d'angolo troppo convesso. È tipico dei giunti d'angolo dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo.
- iii. Incisioni marginali. Sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore.
- iv. Irregolarità superficiale. Si riscontra quando le maglie del cordone anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denunciati ai punti di ripresa, ecc.
- v. Slivellamento dei lembi, dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;
- vi. Spruzzi e sputi. Sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG.
- vii. Colpi d'arco. Consistono in una fusione, localizzata del metallo base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul metallo e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni), non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.

È necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

- a) sollecitazioni statiche. I difetti siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio ed una diminuzione della capacità di carico del giunto;
- b) sollecitazioni di fatica. L'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui dà luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto.
- c) servizio a bassa temperatura. Nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura e un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

ART. 13.7.4 Controlli non distruttivi

Metodo dei liquidi penetranti

I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.

Le fasi del metodo sono le seguenti:

- a) Pre-lavaggio. Per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, ecc. per pezzi usati.
- b) Applicazione. Consiste nell'applicazione del liquido penetrante sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo.
- c) Lavaggio. Ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato.
- d) Sviluppo. Per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo mezzo di contrasto.
- e) Osservazione. Ha lo scopo di valutare ed interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

Metodo magnetico

Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi.

Il metodo si applica nelle seguenti fasi:

- a) Magnetizzazione preliminare, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;
- b) Sgrassaggio superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;
- c) Magnetizzazione. Può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato. Il campo magnetico può essere generato facendo attraversare l'elemento da corrente elettrica (alternata, continua o raddrizzata in semionda);
- d) Applicazione della polvere magnetica;
- e) Ispezione per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;
- f) Smagnetizzazione finale dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione od ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi, sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. E' utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione.

I metodi ultrasonici si possono classificare in:

- a) tecnica per trasmissione o per trasparenza. La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano ad una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;
- b) tecnica per riflessione. La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continui ad impulsi che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche misurate con un oscillografo che le rappresenta con uno oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione) la presenza di difetto e rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto) che ne indica anche la posizione;
- c) Tecnica per risonanza La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica;
- d) Tecnica ad echi multipli. La tecnica è una variante di quella per riflessione.

Metodo radiografico

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino ad una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o Gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola posta alle spalle dell'elemento — sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro.

Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla UNI 7278 relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti uniformativi sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non dà regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

ART. 13.8 STRUTTURE IMBULLONATE

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, che viene avvitato nella parte filettata della vite
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.

ART. 13.8.1 Esecuzione e controllo delle unioni

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso. La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbatura al metallo bianco; e ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:

- a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$. Il valore della coppia di serraggio T_s , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale N_s presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \times N_s \times d$$

dove d è il diametro nominale di filettatura del bullone, $N_s = 0,80 \cdot f_k N$. Ares, essendo Ares l'area della sezione resistente della vite $f_k N$ tensione di snervamento.

La norma CNR 10011 detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi ed il modo in cui devono essere montate le rosette.

- b) mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra 90° e 120° con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio la norma CNR UNI 10011 consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

ART. 14. ESECUZIONE DI OPERE ESTERNE

ART. 14.1 MANUFATTI DI COMPLETAMENTO ESTERNO PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO

I manufatti saranno realizzati con calcestruzzo cementizio vibrato, gettato in speciali casseforme multiple o mediante appositi macchinari, in modo che la superficie in vista o esposta agli agenti atmosferici sia particolarmente liscia ed esente da qualsiasi difetto, con resistenza a compressione semplice non inferiore a 300 kg/cm², stagionati in appositi ambienti, e trasportati in cantiere in confezioni.

ART. 14.2 CORDONATE IN CALCESTRUZZO

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo saranno di lunghezza un metro e con sezione da determinarsi a cura del Direttore dei lavori.

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo di 10 cm di spessore e rinfianciati in modo continuo da ambo i lati, fino ad un'altezza di 3 cm al di sotto del piano finito. La sezione complessiva del calcestruzzo per il letto e il rinfianco sarà di 600 cm². I giunti saranno sigillati con malta fine di cemento. Gli elementi in curva saranno di lunghezza minore per seguire la curvatura di progetto della cordonata.

ART. 15. ESECUZIONE DI STRADE DI SERVIZIO

ART. 15.1 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 stabilito 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 umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere esso a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo 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 e modalità d'impiego, 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:

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

Per la tecnica di impiego delle terre si seguirà la norma CNR 10006.

ART. 15.2 MASSICCIATA

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli e di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazione destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od 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.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente.

Il materiale di massicciata, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia il profilo indicato nel progetto.

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, 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 (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama dei vari elementi sotto un traffico moderato.

Per la fondazione e la massicciata si seguiranno le norme CNR BU 9, 80, 93, 95, 104.

ART. 15.3 CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE

Salvo quanto detto all'art. seguente per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciata 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 cilindrate 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'uso 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 cilindatura si impiegheranno rulli di peso non superiore a 14 tonnellate, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

Il lavoro di compressione o cilindatura 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 strati di pietrisco o ghiaia superiore a cm 12 di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindatura.

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

- di tipo chiuso;
- di tipo parzialmente aperto;

– 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 previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura, tutte 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 ciò 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 refluo in superficie del terreno sottostante che potesse 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 prescritto l'impiego del pietrisco e come 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, od 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 del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza del 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 inaffiamento 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 inaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo 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 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 sopra descritti 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 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, il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento in penetrazione.

ART. 15.4 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIATE CILINDRATE DA SOTTOPORRE A TRATTAMENTI SUPERFICIALI

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 ciò 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.

ART. 15.5 TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE

La preparazione della superficie stradale dovrà essere effettuata come prescritto dal precedente articolo.

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 piassave, regolando comunque l'uniformità della stesa del legante, rinunciando, al puro trattamento superficiale semplice, ed effettuando, quindi, una vera e propria, sia pur limitata, semi penetrazione parziale, comunque, non si dovrà mai scendere sotto, nella prima mano, di 3 kg per m² e dovranno adoperarsi emulsioni al 55% sufficientemente viscosi. Si dovrà poi sempre curare che, all'atto dello spandimento, sia allentata la rottura dell'emulsione perché esso risulti favorito; e quindi, ove nella stagione calda la massicciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

L'applicazione della seconda mano (che costituirà il manto di usura) sarà effettuato 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 bitumato.

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 e lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore.

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

È 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.

Indipendentemente da quanto potrà risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere della Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata 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, stempramento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

ART. 16. SISTEMAZIONE AREE ESTERNE: PAVIMENTAZIONE IN ELEMENTI DI CEMENTO AUTOBLOCCANTI

La costruzione delle pavimentazioni in elementi di cemento autobloccanti sarà effettuata posando tali elementi a secco su un letto di sabbia 06 o pietrisco 3/8 dello spessore di 4÷5 cm.

Il piano di posa sarà realizzato su uno strato di stabilizzato dello spessore medio di 3÷4 cm e su un sottofondo di inerti 20 ÷ 60 con spessore da 15/20 cm, per traffico normale, e da 30/40 cm, per traffico pesante.

ART. 17. TUBAZIONI

Per le tubazioni e le apparecchiature idrauliche valgono le disposizioni previste dalle vigenti Norme tecniche.

Le prescrizioni si applicano a tutte le tubazioni in generale ed a quelle specifiche (tubazioni di acciaio, ecc.) riportate negli articoli seguenti per quanto compatibili con le specifiche norme indicate.

Le tubazioni e i componenti saranno realizzati in accordo alla direttiva UNI EN10224 (ex UNI 6363/84) (acciaio).

ART. 17.1 TIPOLOGIA DI TUBAZIONI IMPIEGATE

Le tubazioni in acciaio hanno generose prestazioni meccaniche e quindi sono particolarmente indicate là dove siano richieste elevate prestazioni meccaniche a causa delle sollecitazioni, ad esempio terreni e riporti instabili, o delle pressioni, anche di moto vario, in casi di attraversamenti aerei o versanti in frana per la grande resistenza attrazione. A questi pregi si aggiunge la varietà, l'adattabilità e la flessibilità.

Gli assemblaggi garantiscono attraverso la saldatura, ed i giunti a bicchiere o a flangia la continuità della resistenza meccanica ed un'impermeabilità perfetta e duratura.

La tecnologia permette di superare il punto debole di queste tubazioni che è rappresentato dalla corrosione. Rivestimenti esterni in polietilene, polipropilene, bitumi o altri materiali permettendo di garantire un lungo periodo di esercizio superando i problemi delle correnti vaganti, delle acque e dei terreni aggressivi.

Nella situazione in progetto l'elevata presenza di sottoservizi, la necessità di limitare al massimo gli interventi di manutenzione e l'opportunità di garantire la durata in servizio per una durata temporale compatibile con la vita dell'impianto e la limitata incidenza dei costi di realizzazione della condotta rispetto a quelli complessivi dell'impianto ha determinato la scelta di adottare interamente condotte in acciaio in particolare di due tipologie:

- Tubazioni in acciaio tipo SS, bitumate UNI 6363/B, UNI 6363-ERW o LSAW rivestito internamente in esternamente in bitume UNI 5256 Classe III, rivestimento in Primer bituminoso tratti interrati;
- Tubazioni in acciaio verniciato per quelle aeree.

ART. 17.2 TUBAZIONI IN ACCIAIO AL CARBONIO BITUMATE

Le tubazioni in acciaio rivestite in bitume internamente ed esternamente saranno impiegate nei tratti interrati sia per la linea acque che per quella fanghi.

Tubo secondo UNI 6363/84 e circolare n. 2136 del 05.05.1966 del Consiglio Superiore dei LL. PP., estremità lisce o bicchierate verniciate (per montaggio aereo) o con rivestimento bituminoso pesante secondo UNI 5256 classe II e III (per montaggio interrato), saldati longitudinalmente o elicoidalmente a resistenza (ERW) per diametri superiori a DN 400.

Il tubo dovrà essere accompagnato dal certificato di controllo rilasciato dal fabbricante, comprovante inoltre l'esecuzione della prova idraulica e del controllo "in linea" delle saldature con ultrasuoni. I giunti dovranno essere saldati elettricamente o a mezzo di cannello ossiacetilenico, previa esecuzione di tagli dritti – obliqui – a sagoma o intestatura del tubo, quando occorra, esecuzione di saldature diritte – oblique – a sagoma, a due riprese esterne più eventuale ripresa interna. Rivestimento dei giunti mediante fasciatura con lana di vetro bitumata a caldo. Internamente dovranno essere rivestite con Primer bituminoso.

Diametro nominale mm	Spessore minimo mm	Diametro nominale mm	Spessore minimo mm
40	2,60	450	6,30
50	2,90	500	6,30
65	2,90	600	6,30
80	2,90	700	7,10
100	3,20	800	7,10
125	3,60	900	8,80
150	4,00	1000	8,80
200	5,00	1200	8,80
250	5,60	1400	8,80
300	5,90	1500	8,80
350	6,30	1600	8,80
400	6,30		

Raccorderia

Raccorderia in acciaio al carbonio secondo UNI 5335/64. Curve ISO R = 1,5 D senza saldatura materiale secondo UNI 5335/64.

Flange

Flange UNI 2281/67 PN 10 filettate materiale secondo UNI 3985.

Guarnizioni

Guarnizioni in fibra aramidica/gomma EPDM, spessore 2 mm dimensioni adatte per flange secondo UNI PN 10.

Bulloneria

Bulloneria secondo UNI 3740/74.

Valvole

Valvole a saracinesca a corpo piatto in ghisa UNI PN 10.

Valvole a farfalla WAFER UNI PN 10, corpo in ghisa – disco in AISI 316 – guarnizioni EPDM.

Valvole di ritegno a battente in ghisa.

Valvole di ritegno a disco, corpo in acciaio, disco in AISI 304.

Valvole di ritegno WAFER (solo su linee aria), corpo e disco in acciaio al carbonio.

Valvole a sfera tipo WAFER UNI PN 10, corpo in acciaio al carbonio – sfera in AISI 304, tenute teflon.

Valvole a sfera filettate DN 15-40 filettate serie 800 LBS, corpo in acciaio al carbonio – sfera in AISI304.

Valvole saracinesca a ghigliottina UNI PN 10, corpo in ghisa – cuneo in AISI 304.

ART. 17.3 CARATTERISTICHE TUBAZIONI

Dovranno essere conformi a quanto indicato nel D.M. del 12/12/1985 e alla norma UNI EN 10224 del 2006.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione Lavori, prima che si dia corso alla fornitura, il nominativo delle ditte presso le quali intende approvvigionarsi, nonché le caratteristiche meccaniche, geometriche e ponderali dei prodotti.

I materiali impiegati risponderanno alle specifiche di cui alla normativa UNI vigente, cui si rimanda.

1. Tolleranze

1.1 Tolleranze sul diametro esterno

I diametri esterni dei tubi dovranno essere compresi entro i seguenti limiti di tolleranza: +1,0 % con un minimo di + 0,5 mm (per tubi senza saldatura con DN > 700 è ammessa una tolleranza di + 1,5 %).

1.2 Tolleranze sullo spessore

Gli spessori dei tubi dovranno essere compresi entro i seguenti limiti di tolleranza:

a) tubi senza saldatura:

+ non specificato (delimitato dalla tolleranza sul peso)

- 12,5% (-15%): il valore indicato tra parentesi sarà ammesso solamente in singole zone, per lunghezze non maggiori del doppio del diametro esterno del tubo e comunque non maggiori di 300 mm;
- b) tubi ben saldati:
 - + non specificato (delimitato dalla tolleranza sul peso)
 - 10,0%.

1.3 Tolleranze sul peso

I pesi dei tubi dovranno essere compresi entro i seguenti limiti di tolleranza:

- sul singolo tubo + 10%
- su partite di almeno 10 tubi + 7,5%

2. Tipi di acciaio

I tubi della presente prescrizione devono presentare le caratteristiche indicate di seguito:

2.1 ACCIAIO TIPO Fe 430

Prove di trazione:

carico unitario di rottura	N/mm ²	> 430
carico unitario di snervamento min	N/mm ²	275
allungamento	min %	22

Analisi chimica di colata:

C	max %	0,21
P	max %	0,045
S	max %	0,045

2.2 ACCIAIO AISI 304

Prove di trazione:

carico unitario di rottura	N/mm ²	> 500
carico unitario di snervamento min	N/mm ²	200
allungamento	min %	40

Analisi chimica di colata:

C	max %	0,05
P	max %	0,045
S	max %	0,030
Cr		0,17

2.3 ACCIAIO AISI 316

Prove di trazione:

carico unitario di rottura	N/mm ²	> 500
carico unitario di snervamento min	N/mm ²	220
allungamento	min %	40

Analisi chimica di colata:

C	max %	0,006
P	max %	0,04
S	max %	0,025
Cr		0,16

Nell'analisi sul prodotto saranno ammessi, rispetto ai massimi consentiti sull'analisi di colata, i seguenti scostamenti: +0,03% per il carbonio, +0,005% per il fosforo e per lo zolfo; l'analisi su prodotto può essere richiesta dalla Direzione Lavori e sarà eseguita con le modalità previste dalle specifiche norme UNI.

ART. 17.4 ORDINAZIONE

L'Impresa effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire il Direttore 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'Impresa invierà al Direttore dei lavori - che ne darà subito comunicazione all'Amministrazione - 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 dall'Amministrazione appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero a cura e spese dell'Impresa 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'Impresa, 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 e alle quali potranno presenziare sia l'Impresa e sia il Direttore dei lavori od altro rappresentante dell'Amministrazione 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.

L'Impresa richiederà alla ditta fornitrice la pubblicazione di questa - di cui un esemplare verrà consegnato al Direttore dei lavori - contenente le istruzioni sulle modalità di posa in opera della tubazione.

ART. 17.5 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, nonché delle istruzioni emanate con la Circ. Min. LL.PP. 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 partite della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

L'Amministrazione 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 del Direttore dei Lavori.

ART. 17.6 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 le norme UNI 6087 a 6090, 2299, 2300.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI 6082, 2276 a 2278, 6083, 6084.

- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI 2279 a 2286, 6085, 6086.
- 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, VikingJohnson), 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.

Giunzioni saldate

Le prescrizioni generali sulle saldature riportate qui di seguito si riferiscono a saldature fra elementi costituiti da acciaio della medesima composizione chimica.

Le giunzioni saldate saranno eseguite all'arco elettrico. I procedimenti di saldatura manuale dovranno essere conformi alle norme UNI ANSI B31.1; ASME boiler and pressure vessel CODE IIC e IX.

Tutti i saldatori impiegati saranno in possesso di qualifica secondo ANSI B31.1 o UNI 4633, rilasciata in data non anteriore a tre mesi, da uno dei seguenti Enti:

- Istituto Italiano della Saldatura;
- Registro Italiano Navale;
- Lloyd's Register of Shipping;
- Istituto di Ricerche BREDA;
- Bureau Veritas.

Tutte le saldature saranno punzonate con il numero o la sigla del saldatore qualificato che ha seguito la saldatura.

I lembi per la saldatura saranno finiti mediante utensili e/o molatura.

Nelle giunzioni di testa fra tubazioni di spessore diverso, il tubo di spessore maggiore sarà smussato per ottenere l'uguaglianza dei diametri interni in corrispondenza della saldatura.

I pezzi da saldare saranno collegati ed allineati fra loro prima dell'esecuzione della prima passata mediante distanziatori. La puntatura dei pezzi è ammessa soltanto per tubazioni in acciaio al C.; in tal caso le puntature saranno successivamente eliminate con mola a disco.

I tipi di elettrodi da impiegare saranno tali da assicurare un deposito avente le stesse caratteristiche chimiche e fisiche del materiale base, e dovranno corrispondere ai tipi previsti dalle norme per i corrispondenti materiali base.

Per le giunzioni eseguite con saldatura di testa di tubazioni in acciaio al carbonio o legato, il procedimento da adottare per le linee costituenti l'impianto sarà scelto tra i seguenti:

- prima passata con elettrodi basici ed anello di supporto non asportabile dopo saldatura; successivo riempimento con elettrodi basici. Gli anelli dovranno essere di materiale uguale a quello del tubo;
- prima passata con procedimento TIG in atmosfera di argon e successivo riempimento con elettrodi basici. In questo caso il disassamento e la massima distanza fra i lembi da saldare non dovranno essere maggiori di 1 mm.

Per le saldature eseguite durante la prefabbricazione in officina, per le passate di riempimento si potranno adottare procedimenti di saldatura automatica o semiautomatica all'arco sommerso.

Tutti i difetti di saldatura, inclusi quelli risultanti dalle radio/gammagrafie (dove richieste), verranno eliminati con adatti mezzi meccanici.

Quando la temperatura esterna è minore di 10 °C o quando i lembi di saldatura presentano tracce di umidità o condensa, dovrà essere effettuato il preriscaldamento delle superfici alla temperatura di 50 °C al fine di asciugarle.

Giunzioni flangiate

Le giunzioni flangiate saranno conformi alle norme UNI. Generalmente saranno impiegate flange da saldare di testa, con facce di accoppiamento a semplice risalto (RF).

Giunzioni filettate

Le giunzioni filettate saranno di tipo metrico UNI 338/339.
Tasselli e orecchie

La saldatura di componenti direttamente collegati alle tubazioni (orecchi di sostegno, tasselli per supporti e per coibentazione, piastrine per collegamento di terra) sarà eseguita con le stesse prescrizioni generali previste per le giunzioni.

I pezzi speciali di acciaio avranno le stesse caratteristiche previste per i tubi, con una maggiore tolleranza sulle dimensioni e la massa lineica e con esclusione della prova idraulica (che sarà effettuata sul tubo da cui i pezzi speciali sono ricavati) e saranno bitumati internamente e con rivestimento esterno normale o pesante, come per i tubi.

L'ordinazione sarà in genere riferita ai pezzi speciali di serie adatti per le pressioni di esercizio; ma per esigenze particolari saranno ordinati anche pezzi speciali non di serie, e cioè quelli di tabella ma adatti per pressioni di esercizio superiori e/o con giunti diversi o altri pezzi speciali ricavati, per la loro parte tubolare, da tubi di acciaio aventi caratteristiche appropriate e, per le altre parti, da profilati o da pezzi fucinati.

ART. 17.7 MONTAGGIO TUBAZIONI METALLICHE

Prima del montaggio, i tronchi delle tubazioni per le quali è prescritto il decapaggio saranno ispezionati e puliti mediante scovolo. In particolare saranno puliti accuratamente i tronchi compresi tra i filtri ed apparecchiature.

Nel montaggio delle tubazioni, salvo casi di dimostrata impossibilità, saranno effettuate le diverse operazioni nella sequenza indicata qui di seguito:

- controllo delle possibili interferenze fra tubazioni e/o apparecchiature da montare e le strutture e/o apparecchiature già montate;
- controllo del posizionamento a disegno dei rami di attacco delle tubazioni alle apparecchiature fornite da terzi;
- realizzazione delle eventuali modifiche sul prefabbricato derivanti dai controlli effettuati;
- posa dei sostegni definitivi e degli eventuali provvisori necessari per sopperire a ritardi nella consegna di strutture; i sostegni provvisori saranno tali da consentire anche l'esecuzione della prova idraulica;
- realizzazione di simulacri necessari per sopperire ad eventuali ritardi nella consegna delle apparecchiature;

- posa in opera della tubazione;
- esecuzione delle giunzioni;
- esecuzione dei controlli non distruttivi;
- eventuale riparazione delle saldature e ripetizione degli esami suddetti;
- installazione delle valvole di radice per prese varie e dei tappi necessari per eseguire la prova idraulica;
- sostituzione dei sostegni provvisori con quelli definitivi;
- esecuzione della prova idraulica;
- eventuali riparazioni delle giunzioni e ripetizione della prova suddetta;
- svuotamento della tubazione;
- estrazione delle spine di blocco dei supporti a molla;
- controllo finale della tubazione;
- messa in assetto di conservazione della tubazione ultimata, se richiesto.

Sarà cura dell'Appaltatore verificare che l'installazione e l'orientamento delle valvole siano effettuati in maniera tale che la loro manovra (da terra, da piani di lavoro, passerelle) sia resa la più facile possibile.

Non è ammessa l'installazione di valvole in posizioni non raggiungibili da terra, piani di lavoro o da passerelle.

- A tale scopo sarà sua la responsabilità di provvedere al corretto orientamento dei volantini che, nel caso di valvole installate orizzontalmente, di preferenza, dovrà essere effettuato nell'ordine seguente:
- I verticale verso l'alto
- II orizzontale
- III a 45° verso l'alto
- IV a 45° verso il basso
- V verticale verso il basso.

Le posizioni IV e V sono da evitarsi per quanto possibile.

È da evitarsi l'utilizzo di estensione a catena per la manovra delle valvole, che dovranno essere raggiungibili da passerella.

I giunti filettati sui quali non è richiesta la saldatura di tenuta saranno installati usando dell'olio minerale o altro tipo di guarnizione approvato o richiesto dalla Committente.

Si dovrà verificare che, in linea di massima, la testa dei bulloni e/o dei perni fuoriescano dal filo esterno del dado di almeno un filetto intero. Bulloni e/o perni troppo corti e/o troppo lunghi non sono accettabili.

Le flangiate delle macchine sono generalmente equipaggiate con un disco di protezione ad evitare che corpi estranei possano penetrare nel corpo macchina.

Al momento del montaggio delle tubazioni sulle macchine, questi dischi protettivi saranno rimossi e sostituiti con dischi ciechi di collaudo forniti ed installati dall'Appaltatore; detti dischi resteranno in opera fino al momento di accoppiare la tubazione alla macchina in via definitiva.

Durante la rimozione si dovrà aver cura affinché l'eventuale sporcizia e/o acqua accumulatasi in corrispondenza del giunto non cada all'interno della macchina. L'Appaltatore sarà responsabile per ogni danno derivato alla macchina per sua negligenza.

L'accoppiamento delle tubazioni alle macchine deve essere fatto verificando l'allineamento della macchina con la motrice durante il serraggio delle flange delle tubazioni. Il tubista adatterà la flangia della linea a quella della macchina. La tubazione non dovrà gravare sulla macchina.

In linea di massima i supporti ausiliari dovranno essere montati prima delle tubazioni che dovranno sostenere. Tale lavoro pertanto dovrà essere programmato ed eseguito contemporaneamente al montaggio delle tubazioni.

Per quanto si riferisce alle interconnessioni ai limiti di intervento dell'Appaltatore è da considerarsi incluso nello scopo del lavoro dell'Appaltatore stesso:

- esecuzione dell'accoppiamento flangiato, comprensivo di installazione della guarnizione e del serraggio dei tiranti, nel caso di collegamento a bocchello esistente;
- esecuzione della saldatura in caso di accoppiamento includendo la preparazione del tubo esistente e gli eventuali controlli non distruttivi.

Staffaggi e supporteria

L'Appaltatore dovrà fornire in opera tutti i supporti per le tubazioni di sua fornitura, a partire dai limiti attuali fino alle nuove apparecchiature.

I supporti tubazioni principali dovranno essere sovradimensionati per la posa delle passerelle relative ai cavi elettrici e strumenti.

Le parti del sostegno (collari, cavallotti, etc.), a diretto contatto con la tubazione, saranno realizzate con materiali aventi caratteristiche fisico-chimiche equivalenti a quelle della tubazione supportata.

Interporre un foglio in gomma sp. 3 mm nel caso di montaggio di tubazioni inox su strutture in ferro.

I dadi dei collari e tutte le parti filettate della tireria dovranno essere bloccati con controdado o con dado autobloccante.

Il diametro dei tiranti sarà:

- per tubazioni con $\varnothing \leq 2''$: ≥ 10 mm
- per tubazioni con $\varnothing > 2''$: ≥ 12 mm

I bulloni, i dadi e le rondelle saranno bruniti e conservati tali fino al montaggio. Tutti i supporti appesi saranno dotati di tenditore UNI 2023, per aggiustare sotto carico l'elevazione dei punti di applicazione di almeno $\square 50$ mm.

ART. 17.8 CONTROLLI E PROVE

Tutti i componenti di linea saranno approvvigionati in accordo con la normativa citata nei precedenti capitoli e sottoposti ai controlli e prove previsti dalla stessa.

Per tutti i materiali, prima della prefabbricazione e/o montaggio, saranno consegnati certificati di origine riguardanti le caratteristiche chimico-fisiche ed i risultati delle prove prescritte.

ART. 17.9 PROVE E CONTROLLI IN FABBRICA

Tutti i materiali (tubi, curve, “T”, flange, profilati, lamiera, forgiati, etc.) saranno sottoposti alle prove previste dalle norme relative.

In aggiunta, per le tubazioni saldate longitudinalmente, dovranno essere fatti i controlli con liquidi penetranti sul 10% delle saldature longitudinali di ciascun lotto.

ART. 17.10 ESAME RADIOGRAFICO

I tubi saldati longitudinalmente dovranno essere sottoposti a controllo radiografico secondo ANSI B31.3.

Controllo sul 10% delle saldature longitudinali eseguite in fabbrica

Controllo radiografico (sul 10% dei giunti di testa)

Qualora fossero rilevati difetti inaccettabili essi dovranno essere asportati e, prima di iniziare il ripristino della saldatura, si dovrà ripetere il controllo onde verificare la completa rimozione del difetto.

A riparazione terminata dovrà essere ancora ripetuto il controllo.

Nel controllo radiografico in percentuale, per ogni giunzione che risulterà inaccettabile verranno controllate altre due saldature adiacenti, eseguite dal medesimo saldatore. Entrambe le nuove saldature dovranno risultare accettabili; in caso contrario verrà ulteriormente esteso, con modalità da concordare. Le saldature sulle quali la radio/gammagrafia fosse di difficile esecuzione saranno controllate magnetoscopicamente.

Per l'esecuzione degli esami radio/gammagrafici e degli altri controlli non distruttivi e per l'accettazione delle saldature vale quanto prescritto nelle norme ANSI B31.1 e dalle vigenti leggi e norme antinfortunistiche.

ART. 17.11 PROVE E CONTROLLI IN CANTIERE

Tutte le saldature saranno sottoposte ai seguenti controlli:

- Controllo visivo (sul 100% delle saldature) in riferimento a regolarità, dimensioni e pulizia del cordone di saldatura, incisioni marginali, difetti affioranti, assenza di spruzzi o residui di saldatura, di strappi di materiale e di ogni altra irregolarità non ammessa sulla tubazione.
- Controllo con liquidi penetranti (sul 10% dei giunti a tasca). Al momento del controllo la saldatura sarà asciutta ed adeguatamente pulita, la temperatura sarà compresa fra 10°C e 50°C. Il liquido penetrante dovrà rimanere sul giunto per il tempo indicato dal suo fabbricante e comunque almeno 10'.

Qualora fossero rilevati difetti inaccettabili essi dovranno essere asportati e, prima di iniziare il ripristino della saldatura, si dovrà ripetere il controllo onde verificare la completa rimozione del difetto.

A riparazione terminata dovrà essere ancora ripetuto il controllo.

ART. 17.12 COLLAUDO TUBAZIONI

Le condotte, tubazioni, pezzi speciali, apparecchi inseriti e derivati, verranno sottoposti alla prova di pressione

La prova di pressione sarà fatta possibilmente nei tronchi a pendenza uniforme.

I singoli tratti di condotta dovranno subire una prova idraulica alla pressione di almeno 1,5 volte la pressione massima di esercizio.

Le saracinesche dovranno resistere alla pressione di prova del tratto nel quale ricadono.

La prova consisterà nel portare la pressione a mezzo di pompa nel tratto di condotta che si vuole provare, previamente isolato dagli altri a mezzo di saracinesche o di flange cieche.

Interrotta poi la comunicazione con la pompa, tale pressione dovrà mantenersi nel tubo almeno 6 (sei) ore.

L'Appaltatore non potrà procedere alla copertura dello scavo in corrispondenza dei giunti prima che sia eseguita la prova e constatata la tenuta dei medesimi.

Non è ammesso il benché minimo trasudo, dovendo il giunto risultare perfettamente stagno.

ART. 17.13 MOVIMENTAZIONE E POSA DELLE TUBAZIONI

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le norme specifiche concernenti gli impianti fissi antincendio di competenza del Ministero dell'interno;
- 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 il D.M. 12 dicembre 1985, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di cui al presente articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli seguenti di questo capitolo, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

ART. 17.13.1 *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 eseguiti 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, con tatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi.

Nel cantiere dovrà predisporre 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.

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 provvisorie.

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.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

ART. 17.13.2 Scavo per la tubazione

1) Apertura della pista

Per la posa in opera della tubazione l'Impresa dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra 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.

Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dal Direttore dei lavori uno scavo a sezione trapezia 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 - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi.

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 dal Direttore 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'Impresa tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile del Direttore dei lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

ART. 17.13.3 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, ponendo i bicchieri 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; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

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 di acciaio 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 e lo è invece nel caso di terreni rocciosi - consisterà, nei casi in cui è prescritto dal Direttore 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 □ 40mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando si operi a temperature inferiori a 0°C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso di questo paragrafo.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore dei lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono 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 gli apparecchi.

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 senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano 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 è a carico dell'Impresa.

3) Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche 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 (saracinesche di arresto e di scarico, 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 è 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.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dal Direttore dei lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi a □ (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi a □ (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

4) Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del «collarino» della flangia. E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

5) Prova d'isolamento e protezione catodica

Sulle tubazioni metalliche o con armature metalliche munite di rivestimento protettivo esterno, al termine delle operazioni di completamento e di eventuale ripristino della protezione stessa, saranno eseguite determinazioni della resistenza di isolamento delle tubazioni in opera per tronchi isolati, 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 lascia prevedere elevate possibilità di corrosione, verranno portate in condizioni di immunità cioè tali da neutralizzare ogni fenomeno di corrosione, mediante applicazione della protezione catodica.

A prescindere dal sistema con cui questa verrà eseguita, secondo le prescrizioni del Direttore 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.

6) Giunzioni dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica 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.

ART. 17.13.4 Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (fognature) e cavidotti (elettrici,) interrati.

Nei confronti delle condotte esistenti si dovrà verificare:

- nei parallelismi, 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 (p.e. 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 (p.e. 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.

ART. 17.14 SOSTEGNI PER CONDOTTE AEREE

Fra la tubazione e le sellette di appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (p.e. 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. 17.15 PROVA IDRAULICA

La pressione di prova idraulica delle condotte di acciaio sarà pari a 10 kgf/cm², oltre quella di esercizio, e dovrà mantenersi costante per una durata di 24 ore continue, durante le quali nessuna perdita dovrà verificarsi in corrispondenza delle saldature. Qualora si dovessero invece verificare perdite le saldature relative verranno contrassegnate e, dopo lo svuotamento della condotta, riparate o rifatte come potrà ordinare il Direttore dei lavori.

Per le tubazioni con giunti saldati l'Impresa ha la facoltà, previa autorizzazione del Direttore dei lavori, di eseguire preliminarmente una prova di tenuta ad aria che permette di localizzare ed eliminare le eventuali saldature difettose senza attendere il risultato della prova idraulica.

Detta prova di tenuta consiste nella immissione, nel tronco di condotta da provare chiuso alle due estremità, di aria compressa a 6 □ 7 bar mentre si bagnano con acqua fortemente saponata le singole saldature; se la prova di tenuta ha esito favorevole, l'Impresa potrà rivestire i giunti anche prima di collocare i tubi nello scavo. Seguiranno il rinterro e la prova idraulica di cui ai precedenti articoli.

ART. 17.16 PEZZI SPECIALI - VALVOLE

Salvo integrazioni o modifiche da parte della DL i pezzi speciali devono avere le seguenti caratteristiche:

- **Saracinesca a corpo piatto flangiata a cuneo gommato.** PFA 16bar. Corpo e coperchio GS400-15; rivestimento epoxy spessore minimo 250 µm. Connessione corpo-coperchio ad autoclave senza bulloni. Albero in acciaio inox in unico pezzo forgiato e rollato a freddo. Cuneo GS400-15 completamente rivestito in NBR; attacchi flangiati UNI 2223/67 PN 10, bulloneria in acciaio zincato, provvista di volantino in ghisa piatto. Prodotta in stabilimento europeo certificato ISO9001. Conforme a EN1074-1 e 2 (certificato di 3a parte), ISO7259. Collaudo ISO5208. Scartamento ISO5752; Flangiatura EN1092-2.
- **Valvola a ghigliottina per acque reflue.** PFA 4-6-10 bar. Corpo in ghisa GG25 rivestito epoxy spessore 175 micron. Vite di manovra in acciaio inox AISI 430F, ghigliottina in acciaio inox AISI AISI304L/316, dado della vite in bronzo. Telaio superiore in acciaio laminato e volantino rivestiti con polvere epossidica. Guarnizione trasversale e periferica in nitrile. Installazione tra flange o fine linea completa di volantino e tenuta nei due sensi di flusso. Identificazione della valvola a mezzo etichetta. Prodotta in stabilimento certificato ISO9001. Flangiatura conforme a ISO7005, NF E29206 e DIN2532. Scartamento secondo ISO5752, NF E29305-1 e DIN3202. Collaudo secondo ISO5208, NF E29311 e DIN3230-3.
- **Valvola di non ritorno a palla per acque reflue.** PFA 10bar. Corpo, cappello e sede in ghisa sferoidale rivestita con vernice epossidica 250 micron. Palla in alluminio tipo AK11 completamente rivestita di gomma NBR per DN da 50 a 100 e in ghisa sferoidale completamente rivestita in gomma NBR per DN 125 a 300. Viteria in acciaio inox A2, guarnizioni in NBR. Prodotta in stabilimento certificato ISO9001. Foratura flange secondo EN1092-2 e ISO 7005-2.
- **Giunto di smontaggio a corsa lunga per valvole flangiate in acciaio al Carbonio C22** UNI7070 e corpi tubolari in acciaio collegati con saldature esterne ed interne alle flange e con o-ring in EPDM tra i corpi e la flangia centrale con tiranti e dadi in acciaio zincato (opzionale acciaio inox). Escursione ±25 mm. Tappi di protezione in gomma alle due estremità delle barre filettate. Rivestimento epoxy spessore minimo 150µm e medio 200µm. Flangiatura EN 1092-2. Materiali conformi al trasporto di acqua potabile secondo la Circolare Ministeriale 102.
- • Le valvole di intercettazione a farfalla, sia manuali sia automatiche, saranno del tipo a wafer con scartamento secondo ISO 5752/20, EN 558-1/20 e norma di accoppiamento UNI PN10/16.

Le valvole a farfalla manuali dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo GGG40 rivestito in Epoxy;
- Stelo anti-espulsione con indicatore di posizione in acciaio Inox 1.4021;

- Disco in acciaio Inox 1.4408;
- Manichetta intercambiabile con profilo in rilievo sulla superficie di tenuta EPDM / EPDM HT;
- Pressione di esercizio 6 bar;
- Comando a leva fino al diametro DN300, comando a volantino con adeguato numero di giri per i diametri superiori;
- Volantino in alluminio rivestito in poliuretano.

Le valvole devono soddisfare completamente le esigenze di sicurezza relative all'appendice I delle direttive europee per apparecchi di pressione 97/23/EG (DGR) per fluidi dei gruppi 1 e 2.

Le valvole a farfalla automatiche dovranno avere le medesime specifiche tecniche delle valvole manuali, ma la movimentazione dovrà avvenire mediante l'azione di un attuatore completo di box finecorsa con 2 interruttori di fine corsa 1x ON, 1x OFF, camme separate e regolabili, corpo PPE autoestinguente in classe V0, coperchio in policarbonato trasparente, resistente ai raggi UV, autoestinguente in classe V0.

ART. 18. IMPIANTO ELETTRICO ED ASSIMILATI

ART. 18.1 DEFINIZIONI

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici specificati sopra, valgono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI.

Definizioni particolari, ove ritenuto necessario ed utile, sono espresse, in corrispondenza dei vari impianti, nei rispettivi articoli del presente capitolato speciale d'appalto.

ART. 18.2 Art. 402 - Oneri a carico dell'appaltatore

Quanto forma oggetto del presente progetto dovrà essere consegnato in opera completo e funzionante; si intendono quindi ivi anche:

- Eventuali studi per varianti, aggiunte e modifiche necessari a giudizio insindacabile della D.L., prima e durante l'esecuzione delle opere.
- Disegni costruttivi di cantiere, da consegnarsi alla D.L. entro 20 giorni prima dalla data di inizio dei lavori (consegna dei lavori).
- Gli elaborati dovranno essere consegnati sia su copia cartacea (debitamente firmati) sia su supporto ottico.
- L'obbligo di controllare sul posto durante lo svolgimento dell'opera le misure delle strutture e predisposizioni edili a mezzo di tecnici specializzati.
- L'obbligo di eseguire i lavori secondo le specifiche tecniche della committenza che si intendono qui integralmente richiamate.
- A tale proposito si precisa che la Ditta Assuntrice dovrà esaminare i disegni delle opere civili e delle strutture e sarà responsabile di controllare e/o definire in tempo utile le interferenze e gli interventi sulle stesse (come passaggi, cavedi, etc.) necessari per gli impianti, dandone comunicazione mediante disegni alla D.L. ed alla impresa delle opere civili.
- L'obbligo di controllare sul posto durante lo svolgimento dell'opera le misure degli impianti meccanici e le eventuali interferenze con gli impianti elettrici. A tale proposito si precisa che la Ditta Assuntrice dovrà esaminare i disegni delle opere meccaniche e

sarà responsabile di controllare e/o definire in tempo utile le interferenze e gli interventi sulle stesse, dandone comunicazione mediante disegni alla D.L. ed alla impresa delle opere meccaniche.

- L'imballaggio ed il trasporto di qualunque genere di materiali fino al cantiere, il deposito e la sorveglianza.
- I tiri verticali a livello di posa, il trasporto entro il cantiere di qualunque genere di materiale, i ponteggi, le scale e quanto occorrente alla posa in opera dei materiali facenti parte dei magisteri.
- La manovalanza meccanica e qualsiasi altro tipo di manovalanza ed aiuto.
- La fornitura e posa in opera di tutte le opere di carpenteria necessarie agli impianti, quali staffe, supporti, collari, bulloni per il sostegno delle canalizzazioni, quadri e corpi illuminanti, interruttori, etc.
- La fornitura e posa in opera di guaine metalliche flessibili per il passaggio dei conduttori di alimentazione a tutti gli elementi fonti di vibrazioni.
- La realizzazione di tutte le opere civili strettamente connesse alla realizzazione del lavoro oggetto dell'appalto (l'apertura e richiusura di tracce, fori di attraversamento pareti e relativo tamponamento di chiusura, predisposizione di basamenti o cunicoli relativi all'installazione di quadri elettrici e dei corpi illuminanti);
- La fornitura di spezzoni di tubo e di canali per contenere le tubazioni e i canali dei vari impianti nell'attraversamento di pareti.
- La fornitura e l'applicazione di targhette metalliche e/o fascette alfanumeriche con l'indicazione di ogni circuito servito.
- La verniciatura con due mani di prodotto antiruggine ed una mano a finire delle eventuali parti metalliche (colore a scelta della D.L.) inerenti le installazioni sia in vista sia incassate.
- Eventuali riprese delle zincature a caldo deteriorate in fasi di montaggio.
- La fornitura di tutto il materiale di consumo per le lavorazioni.
- Manutenzione e revisione gratuita degli impianti fino al collaudo definitivo, messa in funzione con decorrenza dal collaudo definitivo.
- Presenza ed assistenza di un tecnico qualificato ai collaudi degli impianti tecnologici; nella stessa sede verranno collaudati anche gli impianti elettrici relativi.
- Assistenza alla conduzione degli impianti fino al collaudo definitivo favorevole, per consentire alla Committente di costituire una propria squadra di conduzione e manutenzione.
- Smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature che possano compromettere, a giudizio insindacabile della D.L., la buona riuscita di altri lavori in corso.
- Provvisorio smontaggio e rimontaggio degli apparecchi e di altre parti dell'impianto, eventuale trasporto di essi in magazzini temporanei per proteggerli da deterioramenti di cantiere e dalle offese che potrebbero arrecarvi lavori di coloritura, verniciatura, ripresa di intonaci, etc., e successiva nuova posa in opera, tutte le volte che occorra, a giudizio insindacabile della D.L. e della Committente.
- Protezione mediante fasciature, coperture, ecc. degli apparecchi e di tutte quelle parti degli impianti per le quali non è agevole la toltà d'opera, per difenderli da rotture, guasti, manomissioni ecc., in modo che a lavoro ultimato il materiale sia consegnato come nuovo.
- La costruzione dei magazzini provvisori per il deposito di apparecchiature, materiale e mezzi di opera necessari all'esecuzione dell'appalto nonché la successiva demolizione e l'allontanamento dei materiali di risulta non appena ultimati i lavori.
- Solo quando a giudizio insindacabile della D.L. siano disponibili locali della Committente da adibire a magazzini, la Ditta sarà esonerata dalla loro costruzione. Resta peraltro a carico della Ditta l'onere di approntare e porre in opera efficaci chiusure

nonché quello di sgomberare i locali stessi ogni qualvolta ordinato dalla D.L. e comunque all'ultimazione delle opere.

- Le prove ed i collaudi che la D.L. ordini di far eseguire presso gli Istituti da essa incaricati, dei materiali impiegati o da impiegare nell'impianto; dei campioni da esaminare ed esaminati può essere ordinata la conservazione nell'ufficio dirigente, munendoli di suggelli a firma del direttore dei Lavori e del responsabile della Ditta Assuntrice nei modi atti a garantirne l'autenticità.
- Personale di cantiere che dovrà essere abile, pratico e bene accetto alla D.L.; tale personale dovrà, a semplice richiesta della D.L., poter essere allontanato o sostituito.
- La pulizia giornaliera dei luoghi di lavoro, lo sgombero, a lavoro ultimato, delle attrezzature e dei materiali residui.
- La messa a disposizione della D.L. degli apparecchi e degli strumenti di controllo e della necessaria manodopera per le misure e le verifiche in corso d'opera e in fase di collaudo dei lavori eseguiti.
- Il trasporto nel deposito indicato dalla D.L. della campionatura dei materiali e delle apparecchiature eventualmente presenti in corso di gara o su richiesta della D.L. durante l'esecuzione dei lavori.
- Spese per i collaudi provvisori e definitivi incluso energia elettrica.
- Tutti gli adempimenti e le spese nei confronti di Enti ed Associazioni tecniche aventi il compito di esercitare controlli di qualsiasi genere.
- L'eventuale campionatura di materiale e di apparecchiature, a richiesta della D.L.
- La presenza continua sui luoghi dei lavori di un responsabile di cantiere; quest'ultimo dovrà comunque essere a disposizione della D.L. in qualsiasi momento fosse richiesta la sua presenza.
- La sorveglianza degli impianti eseguiti onde evitare danni o manomissioni da parte di operai di altre Ditte che debbano eseguire i lavori affidati alle medesime nelle aree in cui detti impianti sono stati eseguiti, tenendo sollevata la Committente da qualsiasi responsabilità o controversia in merito.
- La fornitura prima dei precollaudi, di un fascicolo contenente tutte le istruzioni necessarie per la corretta conduzione e la ordinaria manutenzione degli impianti.
- La consegna, ad impianti ultimati, prima del collaudo definitivo, di copie, una delle quali su carta lucida atta alla riproduzione ed una su supporto magnetico, della serie completa di disegni descrittivi, con tutta precisione, gli impianti come risulteranno effettivamente eseguiti, con la precisazione delle dimensioni e delle caratteristiche dei singoli elementi costitutivi degli impianti stessi e di tutte le apparecchiature installate, compresi i particolari costruttivi delle apparecchiature, gli schemi elettrici e quelli di funzionamento.
- (Si avrà particolare cura nel rappresentare le parti degli impianti che non risulteranno in vista cavidotti, tubazioni, ecc.- al fine di rendere possibile in ogni tempo la loro perfetta localizzazione.).
- Si ricorda che la documentazione dovrà essere prodotta in conformità alle specifiche tecniche richieste dalla committenza.

In particolare:

- Documentazione fotografica degli impianti (per impianti incassati le fotografie dovranno essere fatte prima della copertura dei tubi).
- Dichiarazione di conformità dell'impianto completa di tutti gli allegati previsti dalla vigente legislazione ed in particolare: progetto completo di varianti in corso d'opera, schemi elettrici, relazione con tipologie dei materiali, certificato attestante il possesso dei requisiti tecnico-professionali;
- Certificati e Omologazioni Componentistica Elettrica (IMQ, CE, etc.);
- Relazione Tecnica sulle modalità di Funzionamento degli Impianti;

- Relazione Tecnica sulle modalità di Gestione ed Uso degli Impianti;
- Relazione Tecnica sulle modalità di Manutenzione degli Impianti;
- Relazioni di Calcolo e Dimensionamento se variate rispetto al progetto;
- Disegni Costruttivi e di Officina di quanto realizzato (as build) in scala 1:50 – 1:20;
- Certificati e Schemi Costruttivi (Fronte Quadro, Unificare e Carpenteria) dei Quadri Elettrici e Rapporti di Prova (CEI 17-13, CEI 23-51);
- Calcolo delle sovratemperature della Quadristica Elettrica;
- Manuali di Uso e Manutenzione delle apparecchiature;
- Prove e relativi verbali in merito a:
 - Esame a vista (conformità dei componenti elettrici alle prescrizioni sicurezza delle Norme CEI 64-8/6 611.2);
 - Esame a vista (metodi di protezione contro i contatti diretti/indiretti, barriere, involucri, distanziatori, barriere tagliafiamma, scelta dei conduttori per portata e $\square V$, scelta e taratura dispositivi di protezione e segnalazione, presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o comando, scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione con riferimento alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezioni, presenza di schemi, cartelli monitori e informazioni analoghe, identificazione dei circuiti, fusibili, interruttori, morsetti, idoneità delle connessioni dei conduttori, agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e manutentivi, etc. CEI 64-8/6 611.3);
 - Prove di continuità dei conduttori di protezione, conduttori equipotenziali principali e supplementari, resistenza di isolamento, protezione per separazione dei circuiti in sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica, protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione, misura resistenza di terra, prove tempo intervento protezione a corrente differenziale, prove di polarità, prove di tensione applicata, misure valori di illuminamento, prove di funzionamento di tutte gli impianti di tutte le tipologie impiantistiche eseguite, etc. (CEI 64-8/6 612);
- La fornitura all'interno di ogni quadro di apposita tasca atta al contenimento degli schemi relativi.

ART. 18.3 Art. 403 - Documenti applicabili e documenti di riferimento

Tutti gli impianti elettrici ed assimilati devono essere realizzati a “regola d’arte” in conformità alla legge 186/68; inoltre devono essere osservate tutte le disposizioni del presente progetto e della direzione lavori.

L'impresa esecutrice dovrà anche prevedere quant'altro non espressamente specificato ma necessario alla buona riuscita dei lavori conformemente alle prescrizioni di legge.

ART. 18.4 Art. 403.1 - Leggi, decreti e norme di riferimento

Nella progettazione si è tenuto conto delle disposizioni di legge vigenti in materia di impiantistica elettrica quali:

- Decreto Ministeriale n. 37 del 22/01/2008

Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

- DLgs n. 81 del 09/04/2008 e s.m.i.

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

- legge n. 186 del 1/3/1968;

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

- legge n. 791 del 18/10/1977;

attuazione direttiva CEE per il materiale elettrico;

- D.M. e circolari del Ministero dell'interno relative alla prevenzione dagli incendi;

- circolari del comando VV.F.;

- Specifiche ACEA e SMAT.

ART. 18.5 Art. 403.2 - Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, oltre quanto stabilito da norme di legge non derogabili, le parti, ove non diversamente specificato, faranno riferimento alle norme CEI, in vigore alla data di presentazione del progetto.

Nella progettazione si è tenuto conto delle normative vigenti in materia di impiantistica elettrica quali:

- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori";
- CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione - Parte2: interruttori automatici;
- CEI EN 61439 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI 20-20 "Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V";
- CEI 20-22 "Prova dei cavi non propaganti l'incendio";
- CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- CEI 23-5 "Prese a spina per usi domestici e similari";
- CEI 23-8 "Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro (PVC) ed accessori";
- CEI 23-9 "Apparecchi di comando non automatici (interruttori) per installazione fissa per uso domestico o similare. Prescrizioni generali";
- CEI 23/12-1 "Spine e prese per uso industriale. Parte 1: prescrizioni generali";

- CEI 23-14 “Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori”;
- CEI 23-18 “Interruttori differenziali per uso domestico o similare e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per uso domestico o similare”;
- CEI 23-28 “Tubi per le installazioni elettriche. Parte 2: Norme particolari per tubi. Sezione 1 - Tubi metallici”;
- CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico o similare”;
- CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione - Parte I: prescrizioni generali e prove”;
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua”;
- CEI 64-8, V2 “Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua”;
- UNI EN 12464-1 “Illuminazione dei luoghi di lavoro all’interno”.

Si specifica che i riferimenti di legge e normativi sopra riportati risultano essere indicativi. La Ditta Installatrice dovrà verificarne la completezza e dare luogo a tutti gli adempimenti applicabili in vigore anche se non espressamente menzionati sopra.

ART. 18.6 ART. 404 - PRESCRIZIONI TECNICHE

ART. 18.6.1 Indicazioni generali

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo tale da fornire le seguenti garanzie:

- evitare pericoli derivanti da contatti diretti ed indiretti.
- non generare cariche elettrostatiche;
- essere stabili alla sovrelevazione di temperatura dei componenti almeno fino a 70 °C (condizioni di sovraccarico);
- essere stabili all'azione del fuoco, garantendo l'autoestinguenza e non generando in tali condizioni fumi o gas tossici o corrosivi;
- essere resistenti agli urti;
- presentare una buona stabilità verso fenomeni di natura chimica od elettrochimica;
- essere costruiti in modo tale da garantire una buona ispezionabilità e manutenibilità.
- Tutti gli impianti elettrici dovranno essere realizzati e messi in opera in modo tale da assicurare la sicurezza delle persone e dei beni contro i pericoli che possono presentarsi nelle normali condizioni di esercizio, tenendo conto che i principali pericoli derivano dalle correnti pericolose per il corpo umano e dalle temperature elevate che i componenti possono raggiungere (CEI 64-8 131).

In particolare dovranno essere garantite:

- la protezione contro i contatti diretti, tramite l'utilizzo di involucri con adeguato grado di protezione in modo tale che non si possa venire in contatto accidentalmente con parti attive dell'impianto. Inoltre tutti i ripari che danno accesso a parti attive dovranno poter essere rimossi solamente mediante l'uso di un attrezzo. In alternativa dovrà essere realizzato un dispositivo di blocco che in caso di rimozione del riparo metta fuori tensione i componenti interessati.

- La protezione dai contatti indiretti, tramite involucri a doppio isolamento, oppure tramite l'utilizzo di circuiti SELV o interrompendo l'alimentazione dei circuiti tramite fusibili od interruttori automatici in modo tale da rispettare tutte le indicazioni stabilite al par. 413.1.4 della norma CEI 64-8. In particolare dovranno essere realizzati con cura ed attenzione tutti i collegamenti equipotenziali, perché ritenuti fondamentali per la sicurezza delle persone.
- La protezione dalle sovracorrenti tramite interruttori automatici dimensionati in conformità a quanto stabilito al par. 473 della norma CEI 64-8. In particolare tutti i dispositivi di protezione dal corto circuito dovranno essere installati all'inizio delle condutture che dovranno proteggere.
- La protezione dagli effetti termici attuata installando tutti i componenti in modo tale che non sia possibile l'innesco di materiali infiammabili per effetto di elevate temperature o di archi elettrici. Inoltre tutti i componenti che nell'esercizio normale possono raggiungere temperature pericolose dovranno essere posti fuori portata di mano al fine di scongiurare pericoli di ustioni.

ART. 18.6.2 Indicazioni sulla posa in opera dei materiali

Nel seguito vengono indicati i criteri realizzativi per ambienti ordinari ed ambienti bagnati/umidi intendendo per ambiente bagnato una zona:

- esterna o comunque esposta agli agenti atmosferici;
- con elevata umidità e condensa;
- con possibile presenza di spruzzi o getti d'acqua.

Si definiscono anche i criteri generali per l'uso di tubazioni di PVC oppure metalliche intendendo che le tubazioni saranno normalmente in PVC, mentre le tubazioni metalliche saranno utilizzate solo in ambienti dove possono essere sottoposte a urti o a particolari sollecitazioni meccaniche.

Le canalizzazioni saranno comunque sempre del tipo zincato a caldo.

Impianti d'illuminazione e prese di servizio per ambienti ordinari

Per gli impianti di servizio in ambienti ordinari si danno le seguenti prescrizioni:

- le condutture saranno realizzate con cavo N07V-K in tubo rigido in vista a parete, oppure con cavo N07V-K in tubo flessibile sottotraccia, oppure con cavo FG7OR 0.6/1kV in canale metallico;
- gli apparecchi dovranno avere grado di protezione \geq IP55;
- le condutture in tubo in vista a parete dovranno avere grado di protezione \geq IP55 richiesto solamente ai fini di robustezza meccanica della raccorderia;
- le connessioni tubo/apparecchio, tubo/scatola, guaina/scatola dovranno essere realizzati con appositi raccordi con grado di protezione \geq IP55;
- tutte le derivazioni verso gli apparecchi e le prese dovranno avere origine da cassette di derivazione poste sulla conduttura dorsale;
- qualora l'apparecchio sia dotato di raccordi di caratteristiche diverse da quelle delle condutture, questi raccordi dovranno essere sostituiti;
- se non diversamente specificato l'altezza d'installazione di prese e comandi luce dovrà essere compresa fra 90 cm e 120cm dal piano pavimento finito.

Impianti d'illuminazione e prese di servizio per ambienti bagnati

Per gli impianti di servizio in ambienti umidi si danno le seguenti prescrizioni:

- le condutture saranno realizzate con cavo FG7OR 0.6/1kV posato in tubo o canale;
- gli apparecchi dovranno avere grado di protezione \geq IP55;
- le condutture in tubo in vista a parete dovranno avere grado di protezione \geq IP55 richiesto solamente ai fini di robustezza meccanica della raccorderia;
- La tenuta contro la penetrazione dei liquidi e lo strappo sarà realizzata sui cavi entranti:
 - nella custodia degli apparecchi;
 - nelle cassette di giunzione elettrica;
 - nei quadri elettricicon raccordi pressacavo aventi grado di protezione IP68 e linea esclusivamente in cavo multipolare.
- Sarà quindi lasciato un tratto di cavo, meccanicamente non protetto e di lunghezza non superiore a 50 cm, che collega il componente; solo quest'ultimo sarà dotato, al suo ingresso, di pressacavo IP68.
- •Si definiscono:
 - cassetta di giunzione elettrica: cassetta dove è realizzata una giunzione di conduttori elettrici; è dotata esclusivamente di pressacavi IP68;
 - cassetta di linea: cassetta di transito e/o smistamento di cavi multipolari, senza interruzione elettrica; è dotata di raccordi per tubo/guaina o pressacavi IP55.
- Le uscite dei cavi dai quadri elettrici saranno realizzate con pressacavi IP68 sul lato inferiore con un tratto di cavo a vista non superiore a 50 cm ed ingresso in tubazione.
- In generale ed ove possibile, i pressacavi dovranno essere installati sul lato inferiore di cassette e quadri.

Condutture per la distribuzione elettrica e di bordo macchina per ambienti ordinari

Per la distribuzione elettrica e di bordo macchina in ambienti ordinari si danno le seguenti prescrizioni:

- le condutture saranno realizzate con cavo N07V-K in tubo rigido in vista a parete oppure con cavo FG7OR 0.6/1kV in canale metallico;
- gli apparecchi dovranno avere grado di protezione \geq IP55;
- le condutture in tubo in vista a parete dovranno avere grado di protezione \geq IP55 richiesto solamente ai fini di robustezza meccanica della raccorderia. Sono escluse;
- canaline, per le quali è accettato il grado IP40;
- passerelle, per le quali è accettato il grado IP20;
- le dorsali in partenza dai quadri saranno realizzate con canale metallico o passerella e realizzate in modo da mantenere il grado di protezione richiesto per il quadro;
- gli allacciamenti agli utilizzatori saranno realizzati in tubo rigido e tratto terminale in guaina flessibile di lunghezza non superiore ad 1 m. L'allacciamento dovrà essere eseguito con raccordi di caratteristiche identiche a quelli utilizzati per la conduttura (da sostituire in caso contrario) e verrà eseguito con raccordi e riduzioni in modo da adattarne i diametri o interponendo una cassetta di connessione, evitando comunque di praticare fori a diametri maggiori sulle custodie;
- l'uscita dalle passerelle è ammessa solo sul fianco, mentre dalle canaline è ammessa sul fianco oppure sul fondo.

Condutture per la distribuzione elettrica e di bordo macchina per ambienti bagnati

Per la distribuzione elettrica e di bordo macchina in ambienti bagnati si danno le seguenti prescrizioni:

- le condutture saranno realizzate con cavo FG7OR 0.6/1kV posato in tubo o canale
- gli apparecchi dovranno avere grado di protezione \geq IP55
- le condutture in tubo in vista a parete dovranno avere grado di protezione \geq IP55 richiesto solamente ai fini di robustezza meccanica della raccorderia. Sono escluse:
 - canaline, per le quali è accettato il grado IP40;
 - passerelle, per le quali è accettato il grado IP20.
- La tenuta contro la penetrazione dei liquidi e lo strappo sarà realizzata sui cavi entranti:
 - nella custodia degli apparecchi;
 - nelle cassette di giunzione elettrica;
 - nei quadri elettricicon raccordi pressacavo aventi grado di protezione IP68 e linea esclusivamente in cavo multipolare. Qualora l'apparecchio da collegare sia dotato di raccordi o pressacavi con grado di protezione inferiore ad IP68 si provvederà a sostituirli con altri aventi il corretto grado di protezione.
- Sarà quindi lasciato un tratto di cavo, meccanicamente non protetto e di lunghezza non superiore a 50 cm, che collega il componente; solo quest'ultimo sarà dotato, al suo ingresso, di pressacavo IP68.
- Si definiscono:
 - cassetta di giunzione elettrica: cassetta dove è realizzata una giunzione di conduttori elettrici; è dotata esclusivamente di pressacavi IP68;
 - cassetta di linea: cassetta di transito e/o smistamento di cavi multipolari, senza interruzione elettrica; è dotata di raccordi per tubo/guaina o pressacavi IP55.
- Le uscite dei cavi dai quadri elettrici saranno realizzate con pressacavi IP68 sul lato inferiore con un tratto di cavo a vista non superiore a 50 cm ed ingresso in tubazione, oppure in canale o passerella utilizzando pressacavi IP55. Per le uscite dal basso i pressacavi saranno applicati sulla piastra di fondo.
- In generale ed ove possibile, i pressacavi dovranno essere installati sul lato inferiore di cassette e quadri.

Prescrizioni particolari per impianti SELV

L'alimentazione SELV sarà adottata nei seguenti casi:

- ambienti con presenza continua di gocciolamenti o soggetti ad operazioni di pulizia con getti d'acqua particolarmente forti;
- in zone a rischio di sommersione;
- per lampade o apparecchi mobili.

In questi casi si danno le seguenti ulteriori prescrizioni:

- gli apparecchi dovranno avere grado di protezione \geq IP67
- le condutture in tubo in vista a parete dovranno avere grado di protezione \geq IP55 richiesto solamente ai fini di robustezza meccanica della raccorderia
- La tenuta contro la penetrazione dei liquidi e lo strappo sarà realizzata sui cavi entranti:
 - nella custodia degli apparecchi;
 - nelle cassette di giunzione elettrica;

- nei quadri elettrici
con raccordi pressacavo aventi grado di protezione IP68 e linea esclusivamente in cavo multipolare.
- i circuiti SELV dovranno transitare in tubazioni o canali ad essi riservati. Qualora ciò non fosse possibile è ammesso anche il transito con circuiti di energia purché questi ultimi siano realizzati con cavo a doppio isolamento
- i circuiti e gli apparecchi SELV dovranno essere individuati chiaramente mediante targhettatura
- l'alimentazione sarà realizzata con trasformatori di sicurezza SELV dichiarati tali dal costruttore.

Tubazioni in vista e canali

Le tubazioni posate in vista a parete verranno fissate facendo uso di supporti a collare tassellati a parete. Sono escluse le graffette di tipo clip con sola tenuta a pressione.

Dovrà essere prevista l'installazione dei supporti con interdistanza di 0.5 m per i tratti rettilinei, almeno due collari per tratti di lunghezza inferiore a 50 cm, entro 10 cm prima e dopo ogni curva e comunque con interdistanza tali per cui i tubi non subiscano deformazioni.

In ogni caso è vietato l'uso di sistemi di fissaggio che possano degradare i tubi o danneggiare gli intonaci e le finiture delle pareti.

I supporti dovranno essere realizzati con graffette a collare in acciaio zincato con chiusura lungo tutta la circonferenza del tubo. Sono esclusi i supporti con sola tenuta a pressione.

Nel caso in cui la tubazione attraversi un compartimento antincendio si dovrà provvedere a ripristinare l'originaria resistenza al fuoco della parete attraversata utilizzando appositi prodotti autoespandenti in caso di contatto con la fiamma. Con tali prodotti dovrà anche essere riempito l'interno della tubazione. Il prodotto utilizzato deve avere un grado di resistenza al fuoco almeno pari a quello della parete attraversata (tipicamente REI 120).

Le condutture di tipo metallico saranno collegate al conduttore equipotenziale ed il loro assemblaggio dovrà assicurarne la continuità elettrica.

Con le tubazioni di PVC sono ammesse solamente le curve preformate in PVC ad ampio raggio, mentre sono tassativamente escluse le curve realizzate mediante piegatura del tubo. Se sono previsti scartamenti, questi devono essere realizzati mediante tubo flessibile opportunamente raccordato al tubo rigido; anche in questo caso sono escluse le piegature del tubo.

Con tubo metallico le curve possono essere realizzate mediante curve preformate oppure mediante piegatura del tubo purché realizzata con idonea attrezzatura piegatubi. Gli scartamenti possono essere effettuati mediante piegatura del tubo con idonea attrezzature oppure mediante tubo flessibile.

In ogni caso dovrà essere prevista una cassetta di derivazione almeno ogni due curve.

Tubazioni interrate e pozzetti

Per la posa delle tubazioni interrate dovranno essere rispettate tutte le seguenti condizioni:

- La profondità di posa minima dovrà essere di 50 cm per tutti i cavi di BT e di telecomando, mentre i cavi MT andranno posati ad almeno 80cm di profondità. La misura è da intendersi tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo;
- Le tubazioni dovranno essere posate su di un letto di sabbia vagliata e protette meccanicamente con tegoli o lastre in cemento o mediante getto di calcestruzzo. Il tubo dovrà essere posato ben appoggiato sul fondo ed essere tesato in modo da evitare curvature all'interno dello scavo. Al di sopra della protezione meccanica, prima di effettuare la ricopertura con la terra, dovrà essere posato il nastro di segnalazione "presenza cavi elettrici";

- Le giunzioni delle tubazioni dovranno essere sigillate ermeticamente utilizzando gli appositi manicotti forniti dal costruttore;
- Le tratte tra i vari pozzetti dovranno avere una leggera pendenza verso una o entrambe le estremità ad evitare il ristagno di eventuali infiltrazioni di acqua;
- Le tratte entranti nelle cabine e locali quadri dovranno avere pendenza verso l'esterno per evitare infiltrazioni di acqua;
- Lo scavo dovrà essere realizzato con cura verificando che non siano presenti sporgenze o spigoli di roccia o sassi che possano danneggiare le tubazioni;
- La ricopertura dovrà essere effettuata con parte del terreno asportato per lo scavo.

Le tubazioni dovranno rispettare le seguenti distanze minime da cavi ed altre tubazioni interrato:

- 30 cm nell'incrocio con cavi di telecomunicazione. Inoltre il cavo posto superiormente dovrà essere protetto con una lastra in calcestruzzo per la lunghezza di almeno 1m;
- 30 cm per i cavi di energia posti parallelamente a quelli per telecomunicazioni;
- 50 cm nell'incrocio con tubazioni metalliche (esclusi i gasdotti);
- 30 cm per i parallelismi tra cavi di energia e tubazioni;
- 50 cm per gli incroci con gasdotti di 4^a e 5^a specie;
- 50 cm nei parallelismi tra gasdotti di 4^a e 5^a specie e cavi di energia.

Per i gasdotti di 6^a e 7^a non sono prescritte distanze di rispetto ma dovrà comunque essere rispettata una distanza tale da consentire interventi di manutenzione.

In ogni caso si raccomanda di interrare le condutture elettriche il più lontano possibile dai gasdotti.

I pozzetti utilizzati dovranno essere del tipo senza fondo e dovranno essere installati:

- ogni 25m nei tratti dritti per permettere il tiro dei cavi;
- ad ogni cambio di direzione orizzontale o verticale quando l'angolo di curvatura del cavidotto sia inferiore a 130°;
- in corrispondenza di derivazioni;
- in corrispondenza dell'ingresso negli edifici.

Per i pozzetti si danno le seguenti indicazioni di posa:

- nello scavo predisposto dovrà essere costruito il letto di ghiaia per il drenaggio delle acque che dovrà essere portato ad un livello tale che il pozzetto più l'eventuale prolunga più il chiusino si trovi al piano di campagna;
- le pareti del pozzetto sulle quali sono previsti ingressi di tubi dovranno essere rotte mediante foratura preliminare con trapano al centro e sulla corona delle zone a rottura facilitata e successivo scasso con mazzetta;
- si dovrà posare quindi il primo elemento del pozzetto con asse perfettamente verticale e successivamente dovranno essere posati i tubi facendo attenzione che non sporgano per più di 5cm all'interno. I tubi dovranno essere terminati con taglio netto, curando che non ci siano risvolti di plastica tagliente e successivamente si dovrà procedere alla sigillatura con malta di cemento. I tubi dovranno essere posati ad almeno 20-30cm dal fondo del pozzetto per evitare che vengano riempiti da acqua o detriti eventualmente accumulatisi sul fondo del pozzetto;

- si procederà quindi a ripristinare il letto di sabbia in corrispondenza dell'ingresso dei tubi nel pozzetto in modo da garantire un perfetto appoggio al tubo ed evitare sforzi di trazione quando venga effettuato il riempimento;
- si procederà quindi a posare la prolunga (eventuale) costipando il terreno fino a raggiungere il bordo del pozzetto;
- si costruirà quindi una corona di mattoni pieni esterna al bordo del pozzetto per costituire il piano di appoggio del telaio del chiusino, potare il pozzetto alla giusta quota e compensare eventuali pendenze
- si procederà quindi alla posa del telaio fissato con malta di cemento ed alla sigillatura laterale;
- Dovrà essere posta particolare attenzione affinché il chiusino abbia la stessa pendenza del piano carreggiata ed a questo sia perfettamente raccordato.

Condizioni di posa dei cavi BT

Tutti i cavi per BT dovranno essere posati all'interno di tubazioni, passerelle o canalizzazioni.

Il tiro dei cavi all'interno dei tubi verrà effettuato manualmente verificando comunque che i cavi non vengano danneggiati dalle operazioni di infilaggio a seguito di urti e strisciamenti contro asperità o per sforzi di trazione troppo elevati.

In particolare è vietata la posa dei cavi senza guaina all'interno delle passerelle metalliche al fine di evitare danneggiamenti all'isolamento principale del cavo a causa di asperità e di spigoli vivi.

Le giunzioni e le derivazioni dei cavi dovranno essere realizzate esclusivamente all'interno delle scatole di derivazione in modo da essere sempre accessibili.

I criteri di realizzazione dei conduttori saranno i seguenti:

- Per cavi di sezione fino a 10mm²: qualora il componente da allacciare sia fornito di cavo precablato, oppure occorra prolungare una singola conduttura, sono accettate le giunzioni realizzate morsetti a vite con cappuccio isolante trasparente, anche contenute in cassette di infilaggio;
- Per cavi di sezione oltre 10mm²: uso di morsetti componibili modulari adatti per montaggio su guida DIN, grado di protezione IP2X, vite a serraggio indiretto (vite a brugola per sezioni superiori a 16mm²). I morsetti dovranno essere dotati di targhette identificative.

Saranno invece vietate le giunzioni all'interno delle tubazioni.

I cavi alimentati a tensioni differenti dovranno essere posati in tubazioni separate. Qualora ciò non fosse possibile, tutti i conduttori dovranno essere isolati per la tensione maggiore presente.

I circuiti alimentati da trasformatori di isolamento dovranno essere posati in tubazioni separate da tutti gli altri sistemi elettrici.

Nelle cassette di derivazione la separazione elettrica dovrà essere ottenuta con setti separatori in materiale isolante inamovibili.

Si raccomanda che all'interno delle cassette di derivazione ed in generale ad ogni punto di connessione i cavi abbiano una ricchezza sufficiente a garantire agevoli operazioni di smontaggio per manutenzione.

Tutti i cavi dovranno essere dotati di terminali con guaina isolante che dovranno essere applicati con appositi utensili dotati di idonee matrici.

Condizioni di posa per scatole di derivazione

Tutte le cassette in PVC dovranno essere fissate alla parete con tasselli e montare gli accessori (es.: tappi coprivite interni) idonei alle prescrizioni del costruttore per garantirne il grado di protezione.

Le tubazioni protettive devono giungere a filo interno delle cassette, queste ultime dovranno essere di dimensioni adeguate al numero ed alla sezione dei cavi.

Le cassette metalliche saranno collegate al conduttore equipotenziale.

Le cassette dovranno essere installate:

- per ogni giunzione elettrica;
- per ogni derivazione di linea;
- ogni 15 metri di tubazione rettilinea;
- ogni due curve.

ART. 18.7 DESCRIZIONE DEI MATERIALI

Disposizioni generali

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Tutto il materiale utilizzato deve essere marcato CE in conformità alle vigenti leggi.

Le disposizioni impartite nel presente capo sono valide anche per gli eventuali materiali ricevuti dall'installatore in conto lavorazione, dei quali l'installatore diventa responsabile.

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti essenziali per qualificarsi ottimi.

Allorché la Direzione Lavori avrà riscontrato non accettabile una data fornitura o non impiegabile nei lavori, l'impresa dovrà sostituirli con altri rispondenti ai requisiti richiesti.

I materiali utilizzati per l'impianto dovranno essere di nuova fornitura e di affermata e nota casa costruttrice.

Tutti i materiali potranno essere messi in opera dopo che l'impresa avrà ottenuto il benestare per iscritto dalla D.L. la quale potrà richiedere, senza oneri aggiuntivi per la committenza, campioni di materiali od apparecchiature.

Si specifica che, al fine di poter favorire la stazione appaltante nelle operazioni di manutenzione e per poter gestire il proprio magazzino ricambi, le apparecchiature dovranno essere preferibilmente delle seguenti marche:

inverter:	ABB
PLC:	TREND
Dispositivi di protezione e sezionamento:	ABB

Cavi e conduttori di BT

I cavi dovranno essere del tipo non propagante la fiamma secondo la norma CEI20-22 II. Saranno rispettivamente dei tipi:

per posa interrata o per posa in passerelle o canali

tipo multipolare, flessibile, in rame ricotto;
isolante in gomma ad alto modulo HEPR (gomma G7) e guaina in PVC di qualità Rz;
grado di isolamento 4 (0.6 / 1 kV);
sigla di riferimento FG7OR 0.6/1 kV;
di tipo schermato per l'alimentazione delle utenze controllate da INVERTER.

per il cablaggio dei quadri

tipo unipolare, flessibile, in rame ricotto;
isolante in PVC di qualità R2;
grado di isolamento 3 (450 / 750V);
sigla di riferimento N07V-K;

per il collegamento in campo delle apparecchiature (pompe, utilizzatori vari)

tipo multipolare, flessibile, in rame ricotto;
isolante in PVC e guaina in PVC di tipo antiabrasivo;
grado di isolamento 3 (450 / 750V);
adatto per posa mobile
sigla di riferimento H07RN-F;

per il collegamento in campo delle apparecchiature gestite da inverter

tipo unipolare, flessibile, in rame ricotto classe 5;
guaina PVC qualità RZ/ST2
isolante in HEPR di qualità G7;
guainetta in pvc più materiale non fibroso e non igroscopico
grado di isolamento 4 (0.6 / 1 kV);
sigla di riferimento FG7OH2R 0,6/1 kV;

Tutti i cavi dovranno comunque essere di tipo adatto alle condizioni di posa più gravose previste.

Le colorazioni dei cavi dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle tabelle di unificazione CEI - UNEL. In particolare il conduttore di neutro ed il conduttore di protezione dovranno essere di colore rispettivamente blu chiaro e giallo/verde.

I conduttori di fase dovranno invece avere l'isolante di colore nero, grigio e marrone in modo tale che le fasi possano essere distinte in modo univoco per tutto l'impianto.

Le cadute di tensione non dovranno superare, in condizioni di normale esercizio il 4% in ogni punto dell'impianto. Sono ammesse cadute di tensione più elevate per le linee che alimentano carichi di tipo impulsivo cioè che assorbono carichi rilevanti per breve durata purché la caduta di tensione sia nei limiti previsti dal costruttore dell'apparecchiatura stessa.

Le cadute di tensione nelle varie parti del sistema elettrico saranno contenute entro i limiti nella tabella seguente. I valori si intendono riferiti alla tensione nominale del sistema.

Il calcolo delle cadute di tensione durante l'avviamento di un motore sarà fatto sulla base della minima potenza di corto circuito.

Elemento del sistema	Pos.	Condizioni di funzionamento	Caduta di tensione
Nei cavi di alimentazione dei motori	1	con motore funzionante alla potenza nominale	4%
Ai morsetti dei motori avviamenti in corto circuito	2	durante l'avviamento del motore	15% (Nota 1)
Nelle sbarre dei quadri di alimentazione dei motori	3	durante l'avviamento del motore più grosso	10% (Nota 2)

Tabella 1: cadute di tensione per motori

Nota 1 - a) La tensione disponibile ai morsetti dei motori durante l'avviamento sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento dei motori, anche se a pieno carico se richiesto, senza danno ai motori stessi.

b) Il valore del 15% deve intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle sbarre dei quadri di alimentazione dei motori stessi.

Nota 2 - La tensione disponibile sulle sbarre sarà comunque tale da non interferire col funzionamento dei motori in marcia e da consentire la chiusura dei contattori dei motori.

La portata calcolata in base al tipo di cavo ed alle condizioni di posa sarà ricavata facendo riferimento alle tabelle CEI UNEL 350024-1.

Le sezioni dei cavi non potranno essere inferiori a (CEI 64-8 524.1):

- 1.5 mm² per i circuiti di potenza;
- 0.5 mm² per i circuiti di comando e segnalazione;
- mm² per i circuiti di comando e segnalazione destinati ad apparecchiature elettroniche.

Il conduttore di neutro dovrà avere la stessa sezione dei corrispondenti conduttori di fase. Sarà tuttavia consentito che il conduttore di neutro abbia sezione pari a ½ della sezione dei corrispondenti conduttori di fase quando:

- i conduttori di fase abbiano sezione almeno pari a 16 mm²;
- i carichi siano essenzialmente equilibrati e comunque la corrente che percorre il conduttore di neutro non sia superiore alla portata ammissibile da tale conduttore;

In ogni caso il conduttore di neutro dovrà avere sezione almeno uguale a 16 mm².

Se un conduttore di protezione è comune a più circuiti dovrà avere la stessa sezione del conduttore di fase di sezione maggiore (CEI 64 8 543.1.4).

Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno comunque essere scelte secondo la seguente tabella (CEI 64-8 540.1.2):

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto (mm ²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabella 2: sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione giallo/verde dovrà essere utilizzato solamente per tale scopo.

I conduttori equipotenziali principali saranno N07V-K di sezione 25mm².

Morsetteria

Le giunzioni e le derivazioni dei cavi dovranno essere effettuate mediante morsetti aventi le seguenti caratteristiche:

- in resina componibili ed adatti al montaggio su guida DIN (all'interno dei quadri);
- in ottone con fissaggio a vite ed isolante in tecnopolimero (all'interno delle scatole di derivazione).

Tubazioni

Le tubazioni utilizzate per il passaggio dei cavi dovranno essere in acciaio zincato adatte per posa in vista a parete.

Il diametro interno dei tubi deve permettere la facile sfilabilità dei conduttori in essi contenuti; in ogni caso il diametro interno dei tubi deve essere almeno pari a 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuto.

È previsto il fissaggio mediante collari in acciaio zincato con chiusura a 2 viti laterali, che realizzi la chiusura su tutta la circonferenza del tubo.

È esclusa qualsiasi tipologia di graffette con sola tenuta a pressione.

Dovranno essere previsti collari di fissaggio:

- ogni 50 cm di tratto rettilineo;
- almeno due collari per tratti di lunghezza inferiore a 50 cm
- comunque entro 10 cm prima e dopo ogni curva.

Le condutture in tubo metallico saranno collegate al conduttore equipotenziale (solo se al loro interno transitano cavi tipo N07V-K o simili) ed il loro assemblaggio dovrà assicurarne la continuità elettrica.

Cassette e scatole di derivazione

Le cassette e le scatole di derivazione dovranno essere in pressofusione di alluminio, grado di protezione IP65, a pareti lisce adatte per il montaggio dei raccordi.

Dovranno avere una adeguata protezione meccanica tale da non consentire l'introduzione di corpi estranei al loro interno. I coperchi dovranno essere fissati in modo sicuro e dovranno poter

essere aperti soltanto con l'utilizzo di un attrezzo. Le viti di fissaggio del coperchio saranno del tipo imperdibile e saranno esterne alla guarnizione di tenuta del coperchio.

Le loro dimensioni dovranno essere tali da consentire lo smaltimento del calore e la facile individuazione dei cavi nonché una loro agevole sfilabilità.

Dovranno essere munite, dove necessario per la separazione dei circuiti, di setti separatori inamovibili.

Raccordi

Raccorderia in PVC

- In materiale plastico autoestinguente.
- Grado di protezione min. IP55, ottenuto senza utilizzo di collanti o sigillanti.
- Tipologia dei raccordi:
 - lato tubo, di tipo rapido a scatto con tenuta a guarnizione;
 - Lato guaina di tipo ad avvitare sul profilo esterno della guaina;
 - Lato scatola, ad avvitare su foro filettato a passo metrico/Pg oppure su fori non filettati, mediante dado e guarnizione.

Pressacavo plastico IP68.

- Materiale del corpo e dado in materiale plastico (poliammide);
- Dado di chiusura concentrico, a serraggio forte, agente su lamelle elastiche con funzione antistrappo;
- Gommino di tenuta sul cavo e guarnizione piatta sulla base di appoggio in gomma antinvecchiamento, resistente agli oli;
- Dado di chiusura lato scatola in poliammide od ottone;
- Filettatura Pg-ISO;
- Colore grigio RAL 7001-7035.

ART. 18.8 Quadri e centralini in materiale isolante per piccola distribuzione

Centralini da parete IP55

Caratteristiche principali:

- Grado di protezione: IP55
- Isolamento classe II
- Gamma: 8-12-24-36-54 moduli.
- Colori: grigio RAL 7035.
- Versioni: senza porta oppure con porta trasparente
- materiale:
 - termoplastico colore grigio RAL7035, autoestinguente e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 650°C (prova del filo incandescente) secondo Norma IEC 695-2-1
- Resistenza agli urti: 6 joule
- Stabilità dimensionale in funzionamento continuo: da -20°C a +85°C
- Resistente agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi ed oli minerali), agli agenti atmosferici e ai raggi UV
- Telaio porta profilati DIN estraibile per un più agevole cablaggio a banco.

- Predisposti per l'utilizzo di sistemi di cablaggio prefabbricato.
- Scatola da incasso predisposta con imbocchi sfondabili per l'entrata di tubi protettivi corrugati
- Compensazione di eventuali imperfezioni durante la posa in opera della scatola da incasso per mezzo di asole presenti nei punti di aggancio delle parti frontali
- Accessoriabili con morsettiere componibili.
- Predisposizione per montaggio serratura a perno
- Realizzati in conformità alla Norma CEI 23-48, CEI 23-49 e IEC 670.
- Marchio IMQ

Ogni quadro dovrà essere montato e cablato come da schemi elettrici di progetto, realizzato e collaudato conforme alle normative vigenti e corredato di accessori e oneri relativi per renderlo installato a regola d'arte.

L'impresa dovrà provvedere a fornire la dichiarazione di conformità di ogni quadro ed un documento attestante l'esecuzione di tutte le prove previste dalla norma CEI 23-51 ed i risultati ottenuti.

Ogni quadro dovrà essere completo di targa riportante le caratteristiche e il costruttore secondo le indicazioni della norma CEI23-51.

Caratteristiche dell'avanquadro (sigla a schema AVQ)

- Grado di protezione: IP55
- Isolamento classe II
- 54 moduli DIN.
- Colori: grigio RAL 7035.
- Con porta trasparente.

ART. 18.9 ARMADI E QUADRI PER PARTENZE MOTORI

Nel presente paragrafo vengono descritte le specifiche tecniche a cui dovranno rispondere i quadri elettrici per automazione e partenze motori per tensioni di esercizio minori o uguali a 600V.

Caratteristiche generali:

- struttura di sostegno in lamiera zincata di spessore minimo 2mm assiemata a mezzo di bulloni e con forature a passo modulare, divisa in tre zone: zona sistema sbarre riservata alle sbarre di distribuzione principale e di derivazione, zona apparecchiature riservata alle unità funzionali partenze motore o linea contenute in cassette estraibili o celle fisse, zona connessioni per i collegamenti di potenza;
- involucro esterno realizzato mediante pannelli in lamiera di spessore almeno 1.5mm zincata e verniciata;
- accessibilità dal fronte;
- forma costruttiva: forma 1;
- con piastra di fondo per il montaggio di apparecchiature;
- completo di collettore di terra in rame disposto orizzontalmente nella zona inferiore dello scomparto e verticalmente per permettere la connessione di terra dei cavi di potenza;

- gli scomparti dovranno poter essere affiancati mediante apposito kit fornito dal costruttore.

Il quadro ed i suoi componenti saranno muniti delle seguenti targhette in metallo pantografate:

- sui pannelli frontali, esplicative della funzione svolta da strumenti, selettori, interruttori, pulsanti, lampade ecc.
- interne, sul singolo apparecchio o sulla piastra di fondo, riportanti il riferimento allo schema elettrico.
- i cartelli e le targhe in alluminio saranno fissati mediante incollaggio (escludere rivettatura) sulle portelle di chiusura, e indicheranno nelle forme e dimensioni più opportune:
- pericolo di folgorazione
- massima tensione elettrica presente
- divieto di eseguire manovre al personale non addetto
- denominazione della ditta costruttrice, data di costruzione e numero di matricola del quadro.

Ogni quadro deve essere fornito di apposita tasca porta schemi con schemi a bordo.

In condizioni normali ogni operazione di avviamento, sia essa manuale o automatica, è subordinata alla realizzazione di tutte le condizioni di sicurezza (ripari, pulsanti di emergenza ecc...)

Nel caso l'illuminazione intorno al quadro fosse scarsa dovrà provvedersi a installare idonei apparecchi di illuminazione a bordo quadro

I quadri devono inoltre essere conformi ai requisiti richiesti dalle seguenti norme:

Norma CEI EN 61439	Limiti di sovratemperatura
	Resistenza di isolamento
	Efficienza del circuito di protezione
	Protezione dai contatti diretti ecc...
Norma CEI 44-5	Modalità esecutive dei circuiti di comando
	Dimensionamento dei conduttori dei circuiti ausiliari
	Dimensionamento delle apparecchiature
	Categorie degli arresti di emergenza
	Documentazioni da fornire

Tutti i quadri dovranno essere forniti di idonea marcatura CE apposta dal Costruttore.

Il cablaggio a bordo macchina deve essere tale da:

- garantire il necessario grado di protezione IP in tutti i punti, compresi quelli di ingresso e uscita dei conduttori dagli involucri;
- evitare sforzi sui conduttori fisici di trazione, torsione o logorio;
- prevedere il riporto su idonei morsetti delle connessioni fra sensori collegati in serie;
- prevedere conduttori supplementari, collegati a morsetti di riserva, che agevolino le eventuali modifiche del circuito;
- prevedere punti di sezionamento elettrico che consentano la separazione delle parti di macchina o quadro che devono essere disgiunte.

I conduttori dei circuiti devono avere le seguenti colorazioni:

- Nero = per i circuiti di potenza
- Rosso = per i circuiti di comando in c.a.
- Blu = per i circuiti di comando in c.c. se non presente neutro altro colore se neutro presente colori da evitare il giallo e il verde
- Arancio = per i circuiti di comando aventi funzioni di interblocco, derivati da una sorgente di alimentazione esterna, ovvero da altri equipaggiamenti elettrici (quadri).
- Giallo/verde = conduttore di protezione o equipotenziale

Il conduttore di neutro quando è presente deve essere sempre di colore blu.

Il cablaggio interno al quadro ed i cavi entranti/uscenti dovranno essere appositamente siglati mediante collari portacifre imperdibili, rispetto allo schema elettrico od in subordine al numero del morsetto dell'apparecchio e alla sua funzione; esso dovrà sottostare alle vigenti normative di sicurezza e garantire la massima funzionalità operativa.

I sistemi di sicurezza dei singoli impianti devono intervenire in modo diretto sul processo tramite contatti fisici e non via software.

Dovranno essere montati e cablati sulla parte frontale della porta dello scomparto automazione, per ogni macchina se non diversamente specificato:

- n. 1 Selettore modulare a 2 posizioni MAN – AUT
- n. 4 Lampade spia diam. 22 mm gemma rigata tipo LED nelle seguenti disposizioni e colori:
 - Ø Rosso = arresto
 - Ø Verde = marcia
 - Ø Giallo = avaria
 - Ø Bianco = presenza tensione
- targhette identificative degli interruttori in alluminio nero serigrafato
 - Tutti gli apparecchi e componenti elettrici montati all'interno del quadro elettrico dovranno avere grado di protezione minimo IP2X.
 - Tutti gli interruttori automatici modulari impiegati nella costruzione del quadro, se non diversamente specificato, dovranno avere:
 - potere di interruzione non inferiore a 15 kA secondo CEI 23-3;
 - curva di intervento tipo C per interruttori modulari di distribuzione;
 - tipo D per avviamento motori;
 - attitudine al sezionamento secondo IEC 947-2;
 - grado di protezione non inferiore a IP40;
 - marchio IMQ od equivalente.

Gli ausiliari del quadro dovranno essere alimentati mediante trasformatore di isolamento alla tensione di lavoro di 24 Vca.

Il cablaggio interno al quadro sarà in corda unipolare di rame flessibile, isolata in PVC tipo N01V-K di adeguata sezione, contenuta in canaletta interna per cablaggio di PVC autoestinguente di tipo preforato, completa di coperchio. Dimensioni minime 60 x 80 mm.

Il cablaggio interno al quadro ed i cavi entranti/uscenti dovranno essere appositamente siglati mediante collari portacifre imperdibili, rispetto allo schema elettrico od in subordine al numero del morsetto dell'apparecchio e alla sua funzione.

Per l'elenco dei materiali e lo schema generale di collegamento vedasi le descrizioni seguenti ed i disegni allegati.

Caratteristiche delle partenze tipiche.

I quadri potranno essere composti dalle seguenti partenze tipiche.

- Unità alimentazione motori.
- Unità alimentazione carichi vari.
- Le unità di alimentazione motori dovranno essere realizzate a seconda dei casi con le seguenti apparecchiature.
 - Interruttore automatico con protezione magnetica, contattore, relè termico.
 - Interruttore automatico salvamotore, contattore.
 - Interruttore automatico, inverter.

In ogni caso ogni utenza dovrà essere dotata di interruttore differenziale

Le unità di alimentazione carichi vari dovranno essere realizzate con le seguenti apparecchiature:

- Interruttore automatico con protezione magnetotermica.
- Interruttore automatico con protezione magnetotermica differenziale.

Condizioni ambientali

I quadri dovranno essere adatti all'installazione all'interno di fabbricati chiusi, non ventilati, con atmosfera tipica di impianti industriali, alle seguenti condizioni di riferimento:

- | | |
|------------------------------------|---------|
| • temperatura massima | +40 oC |
| • temperatura minima | -20 oC |
| • umidità relativa massima a 20 oC | 90% |
| • altitudine s.l.m. | <1000 m |

I quadri dovranno poter funzionare in servizio continuo, alla corrente nominale nelle condizioni ambientali di cui sopra.

Il Fornitore sarà responsabile del corretto dimensionamento e della scelta dei materiali in funzione delle suddette caratteristiche dell'ambiente.

Caratteristiche dei componenti installati

Interruttori automatici

Tipo modulare, curva "C", potere di interruzione almeno 10kA (comunque idoneo per le correnti di corto circuito nel punto di installazione). Dotati, se previsto, di sganciatore differenziale.

Relè termici

Gli elementi termici saranno tripolari del tipo compensato nel campo tra -10 oC e +50oC. Il riarmo sarà manuale con pulsante operabile dall'interno della portella. I relè saranno alimentati direttamente o tramite TA a seconda delle caratteristiche richieste come segue:

- per motori ad avviamento normale, un tempo di 3-4 sec. sulla curva a caldo in corrispondenza di 5 volte la corrente di taratura;
- per motori ad avviamento pesante, un tempo di 6-8 sec. sulla curva a caldo in corrispondenza di 5 volte la corrente di taratura e contemporaneamente sulla curva a freddo in corrispondenza di 6 volte la corrente di taratura.

I relè termici dovranno essere in grado di resistere alle sollecitazioni dinamiche e termiche in funzione della taratura dell'interruttore automatico. Il campo di taratura sarà scelto in modo da situare la corrente nominale del motore all'interno ed in vicinanza del limite superiore del campo stesso.

Contattori

Saranno del tipo in aria in esecuzione compatta e montati in maniera da essere insensibili ad urti e vibrazioni.

I contattori dovranno essere adatti per servizio continuo in categoria AC 3 e per un numero di manovre orarie non inferiore a 150.

La corrente nominale di impiego (I_e) in categoria AC 3 non dovrà essere inferiore al 130% della corrente nominale del motore.

Il contattore dovrà essere coordinato con l'interruttore di protezione e il relè termico modo tale che, sotto corrente di guasto, sino al valore specificato di c.to c.to, siano evitati al contattore danni permanenti e irreparabili (Tipo di coordinamento "Tipo "2") norme CEI EN 60947-4-1.

L'impresa appaltatrice dovrà allegare le tabelle di coordinamento del costruttore.

Ciascun contattore dovrà avere sempre almeno 2 contatti ausiliari (n.1 N.A. + 1 N.C.).

Strumenti di misura

Gli strumenti indicatori saranno del tipo quadrato per montaggio a pannello, montati sul fronte del quadro.

A monte dell'interruttore generale dovrà essere previsto un Voltmetro, di tipo analogico, con commutatore per indicazione della presenza di tensione arrivo al quadro. Dovrà anche essere prevista una terna di amperometri connessi tramite TA con secondario 5A.

I voltmetri e gli amperometri avranno rispettivamente un valore di fondo scala pari al 130% e al 200% dei valori nominali. La classe di precisione non sarà inferiore a 1,5.

Gli amperometri per motori avranno una scala ristretta al fondo in modo da permettere la lettura della corrente nominale a circa 2/3 della scala e la lettura della corrente di spunto pari a 5-6 volte la nominale. Gli altri strumenti avranno scala lineare.

I convertitori di misura di corrente, tensione e di energia se previsti avranno segnale di uscita 4-20 mA. I misuratori di energia se previsti saranno muniti di contatto impulsivo e avranno la classe 1 per energia attiva e classe 1 per quella reattiva.

Relè ausiliari

I relè ausiliari saranno del tipo estraibile su zoccolo tipo octal o undecal, con morsetti a vite, completi di custodia di tipo standardizzato. Essi dovranno avere almeno n.1 contatto NA e n.1 contatto NC di scorta. La tensione di alimentazione delle bobine sarà normalmente 24Vca oppure 110Vca.

Selettori e lampade

I selettori e le lampade dovranno essere del tipo adatto per montaggio a pannello diam. 22mm completi di targhetta pantografate indicante la funzione del dispositivo. Nella foratura della portella dovrà essere garantito almeno il mantenimento del grado di protezione del quadro.

Le indicazioni luminose saranno del tipo a LED.

Inverter

Gli inverter dovranno avere le seguenti caratteristiche elettriche:

- Condizioni ambientali di funzionamento da -15°C a $+50^{\circ}\text{C}$, con declassamento da 40°C a 50°C dell'1% (in corrente) ogni grado.
- Funzionamento con umidità relativa fino a 95%
- Schede tropicalizzate come standard
- Controllo vettoriale del motore (con sistema di coordinate di flusso magnetico dello statore)
- Tensione ingresso rete: 380 - 440V \pm 15%
- Frequenza: 45-66Hz
- Tensione uscita motore: 0 - Tensione di ingresso

- Coppia di spunto 200%
- Frequenza di uscita: 0-500Hz
- Risoluzione di frequenza: 0,001Hz
- Frequenza di commutazione: 1-16kHz
- Tempo di accelerazione/decelerazione: 0,1-3000s
- Protezione da sovracorrente
- Protezione da sovratensione
- Protezione da sottotensione: 0,65xUn
- Protezione guasto a terra
- Protezione mancanza fase di rete/mancanza fase motore
- Protezione da sovratemperatura inverter
- Timer interno.
- Funzioni di diagnostica e manutenzione programmata.
- Help sempre disponibile sul pannello di controllo.

Gli inverter inoltre dovranno essere forniti dei seguenti controlli:

- Due ingressi analogici programmabili (0-10V o 0 (4)-20 mA)
- Due uscite analogiche programmabili 0 (4)-20 mA
- Sei ingressi digitali a logica positiva o negativa programmabili
- Tre uscite digitali a relè programmabili
- Tensione per potenziometro +10V
- Interfaccia utente remotata con tastierino di programmazione e visore LCD grafico
- Interfaccia RS232 per collegamento inverter a PC
- Possibilità di monitorare variabili di processo (pressione, portata, temperatura, velocità di rotazione) direttamente su pannello di controllo dell'azionamento, in unità di misura ingegneristiche.

Limiti ambientali:

- Temperatura ambiente di funzionamento -10 +40°C
- Umidità relativa <95%
- Altitudine Max 1000 mt

Emissioni elettromagnetiche

- Conformità alla normativa IEC/EN 61000-3-12
- Completi di filtri EMC per 1° ambiente – Classe C2 integrati nell'apparecchiatura
- Reattanze interne sul lato AC o CC per minimizzare la Distorsione Armonica Totale (THD). Tecnologia a saturazione variabile, "Swinging Choke", per la soppressione e riduzione delle armoniche.

Accessori

Il quadro verrà fornito completo di tutti gli accessori necessari per l'installazione, l'esercizio, la manutenzione.

Saranno sempre forniti lampade di scorta in quantità non inferiore al 50% di quelli installati e comunque non inferiore a 4 per tipo.

Ogni quadro dovrà essere completo di tasca portascemi.

Ispezioni e collaudi

Ispezioni

Durante il periodo di costruzione, i quadri potranno essere soggetti ad ispezione da parte della stazione Appaltante o di altri suoi incaricati. L'ispezione potrà riguardare anche tutti i materiali accessori.

Il fornitore è tenuto a consentire il libero accesso agli ispettori presso il suo stabilimento, a fornire tutte le informazioni richieste, ad esibire tutte le copie degli ordini interni e di subordini ad altri fornitori.

Collaudi in officina

Il fornitore deve eseguire nella propria officina, a sue spese e senza limite di tempo, tutte le prove meccaniche ed elettriche atte a controllare la rispondenza del complesso e delle singole parti della fornitura alla presente specifica tecnica.

Sui quadri montati dovranno essere eseguite, a costruzione completata, le prove previste dalla norma EN 61439.1

Alcune prove saranno ripetute in cantiere sul quadro installato e collegato secondo quanto previsto ai punti successivi.

I collaudi saranno ritenuti completamente espletati solamente dopo tale fase.

Il collaudo normalmente sarà presenziato da personale della Stazione Appaltante e/o della Direzione Lavori o da loro incaricati, il fornitore dovrà comunicare la data presunta del collaudo, con preavviso di almeno 10 giorni.

Comunque il fornitore dovrà compilare un certificato delle prove eseguite contenente i risultati e le misure effettuate.

Prove di accettazione

Dovranno essere eseguite su ogni quadro e comprenderanno:

- Controllo a vista del complesso e delle singole parti, la rispondenza ai documenti tecnici contrattuali e la qualità della costruzione.
- Verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione.
- Prova con tensione a frequenza industriale per 1 minuto primo.
- Tale prova sarà effettuata con tensione non inferiore a 1500V per i circuiti ausiliari e per quelli di potenza (in base al valore della tensione nominale di isolamento U_i come sotto indicato).
- $300 < U_i \leq 660$ V tensione di prova: 2500V.
- $660 < U_i \leq 800$ V tensione di prova: 3000V.
- $1000 < U_i \leq 1500$ Vc.c. tensione di prova: 3500V.
- La tensione andrà applicata tra fase e fase e tra ciascuna fase e la terra prima con circuiti di uscita aperti e poi chiusi.
- Prova di isolamento Megaohmetro per accertare che la resistenza di isolamento non sia inferiore a 1000 ohm per Volt di tensione nominale, con un minimo di 1 Mohm.
- Prove di funzionamento meccanico di tutti i meccanismi ed interblocchi.
- Prove di funzionamento elettrico per accertare il corretto funzionamento di tutti i circuiti di comando, segnalazione, protezione e misura.
- Prova di apertura degli interruttori differenziali (quando previsti).
- Prova di funzionamento dei relè di protezione indiretti mediante iniezione delle grandezze di misura al secondario dei riduttori.

Prova di corto circuito.

Qualora il fornitore non disponga dei certificati delle prove richieste dalle norme, dovrà impegnarsi ad eseguirle a sua cura e spesa sul quadro oggetto della presente specifica.

Documentazione da fornire

I disegni e gli schemi devono essere realizzati con programma AUTOCAD R.13 -14 (o versioni superiori se richiesto) o con programmi compatibili con files dwg e devono contenere tutte le informazioni atte a rendere esauriente il funzionamento e le modalità costruttive dei quadri.

I disegni e gli schemi, devono avere un numero di disegno unico per ogni argomento trattato. Nel caso in cui lo stesso argomento debba essere svolto su diversi fogli esso manterrà lo stesso numero di disegno con numerazione progressiva dei fogli.

Quando sia necessaria l'applicazione di questo caso ad elenchi materiali, schemi elettrici ecc., sarà necessario eseguire un primo foglio con il titolo di disegno e l'elenco dei fogli successivi con i relativi indici di aggiornamento.

Tutti gli elaborati, oltre a riportare il logo del costruttore, devono essere eseguiti su cartiglio e devono essere forniti con le seguenti modalità: (sottoposti ad approvazione).

- n. 2 copie per approvazione (prima della costruzione).
- n. 2 copie in edizione approvata.
- n. 3 copie finale in edizione "Come costruito" che resterà di proprietà del CLIENTE.
- n. 2 CD-Rom

La modalità di rappresentazione e la numerazione dei documenti saranno secondo lo standard della Stazione Appaltante.

Devono essere emessi i seguenti elaborati (in senso indicativo, ma non limitativo):

- Disegno di insieme del quadro in pianta e prospetto indicante tutte le dimensioni significative, i pesi, la posizione delle varie unità e i dettagli necessari per realizzare le opere civili di fondazione.
- Disegno del fronte indicante la disposizione delle varie unità, gli apparecchi di comando, segnalazione, misura ecc...
- Schemi funzionali di ciascuna unità riportanti tutti i componenti. Gli schemi riporteranno la numerazione di tutti i fili e di tutti i morsetti e la legenda delle sigle di identificazione dei componenti.
- Schemi unifilari di potenza completi di dati caratteristici del quadro (tensione, frequenza, correnti nominali sbarre, corrente di c.to c.to, dimensioni sbarre), tipo e caratteristiche apparecchiature con indicazione delle tarature e dei cavi utilizzati per il cablaggio.
- Tabelle di coordinamento avviamento motori.
- Certificato relativo alle prove di tipo rilasciato da ente riconosciuto CESI o equivalente.
- Certificato relativo alle prove di sovratemperatura.
- Dichiarazione di conformità del quadro.
- Lista dei componenti con indicate le quantità, il tipo e le caratteristiche di ciascuno.
- Bollettini e cataloghi illustrativi dei componenti indicanti le caratteristiche tecniche dei componenti quali curve di intervento delle protezioni, dati tecnici degli interruttori ecc.

L'approvazione del cliente non solleva il fornitore dalle proprie responsabilità in merito ad errori, omissioni, non rispetto di norme o quanto altro possa pregiudicare il corretto funzionamento del quadro.

Con la documentazione finale il fornitore invierà le istruzioni di montaggio esercizio e manutenzione per i singoli dispositivi e per il quadro oltre ai certificati delle prove e all'elenco delle parti di ricambio.

In sede di offerta il Fornitore, oltre a quanto richiesto in altra parte del presente documento, controfirmerà la presente specifica per accettazione, e fornirà eventuali deroghe che il Cliente si riserva di accettare e le tempistiche della fornitura.

Caratteristiche del quadro automazione (sigla a schema QAUT)

- Grado di protezione: IP4
- Isolamento classe I
- Due scomparti affiancati dimensioni indicative 2000x800x350mm (h x l x p)
- Colori: grigio.
- Porta trasparente e controporta incernierata. Per lo scomparto potenza la controporta è dotata di guide DIN e sfinestrature per montaggio di apparecchi modulari.

ART. 18.10 INTERRUITORI AUTOMATICI

Interruttori modulari

In fino a 63A P.d.I. fino a 15kA

Interruttore automatico magnetotermico miniaturizzato con involucro isolante autoestinguente e atossico, certificato UL94 carta gialla per il grado di autoestinguenza V0 a spessore 1.6 mm, avente meccanica di tipo autoportante svincolata dall'involucro isolante, di dimensione modulare pari a 17,5 mm, comando a leva nera piombabile in posizione ON-OFF. I morsetti di collegamento sono predisposti per il collegamento di cavi e barrette di collegamento. L'alimentazione è possibile sia dai morsetti superiori che inferiori.

Tensione nominale di funzionamento in ca	: 230/400 V
Frequenza di esercizio	: 50-60 Hz
Nr. poli	: (1-2-3-4)
Corrente nominale ininterrotta	: (10-25) A
Potere di inter. (CEI 23.3) per caratteristiche B-C-D	: 15 KA
Potere di inter. (CEI EN 60947.2) per caratteristiche K-Z	: 15 KA
Corrente nominale ininterrotta	: (32-40) A
Potere di inter. (CEI 23.3) per caratteristiche B-C-D	: 15 KA
Potere di inter. (CEI EN 60947.2) per caratteristiche K-Z	: 10 KA
Corrente nominale ininterrotta	: (6-50-63) A
Potere di inter. (CEI 23.3) per caratteristiche B-C-D	: 10 KA
Potere di inter. (CEI EN 60947.2) per caratteristiche K-Z	: 15 KA
Caratteristica di intervento	:B-C-D-K-Z
Tenuta alla tensione a frequenza industriale	: 3 kV
Numero di manovre meccaniche	: 20.000
Numero di manovre elettriche a Ue e In	: 10.000
Tensione di isolamento 500V - grado di inquinamento 2 - gruppo materiale II, idoneo al sezionamento.	

Moduli differenziali

I blocchi differenziali da 25 a 63A sono adatti per l'assemblaggio con gli interruttori automatici modulari fino a 63A; i blocchi da 100A sono adatti per l'assemblaggio con gli interruttori automatici da 80-100A. Sono dotati di involucro isolante autoestinguente e atossico, certificato

UL94 carta gialla per il grado di autoestinguenza V0 a spessore 1.6 mm, avente meccanica di tipo autoportante svincolata dall'involucro isolante. Il dispositivo differenziale è idoneo al funzionamento in presenza di correnti alternate sinusoidali ed ha resistenza agli scatti intempestivi dovuti alle sovratensioni pari a 250A di picco con onda 8/20 μ s.

Tensione nominale di funzionamento in ca : 230/400 V
Frequenza di esercizio : 50-60 Hz
Potere di inter. in cto. cto. : = inter. aut. accoppiato
Taglia : 25, 40, 63, 100 A
Nr. poli : (2-3-4)
Sensibilità nominale differenziale : 0.03, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 2A
Numero di manovre meccaniche : 20.000
Numero di manovre elettriche a Ue e In : 10.000; 20000 (taglia 100A)

ART. 18.11 INTERRUITORI DI MANOVRA-SEZIONATORI

Sezionatori modulari

Sezionatore modulare miniaturizzato con involucro isolante autoestinguente e atossico, certificato UL94 carta gialla per il grado di autoestinguenza V0 a spessore 1.6 mm, avente meccanica di tipo autoportante svincolata dall'involucro isolante, di dimensione modulare pari a 17,5 mm, comando a leva nera piombabile in posizione ON-OFF. I morsetti di collegamento sono predisposti per il collegamento di cavi e barrette di collegamento. L'alimentazione è possibile sia dai morsetti superiori che inferiori.

adatti per montaggio a bordo quadro su guida DIN simmetrica;
correnti nominali da 20A a 100A;
tensione nominale 400V;
corrente nominale di breve durata ammissibile per 1s \square 20xIn;
dotati di coprimorsetti a monte;
sezionamento visualizzato.

ART. 18.12 SCARICATORI DI SOVRATENSIONI (SPD)

Verranno utilizzati per la protezione dalle sovratensioni. Saranno del seguente tipo:

- tipo a limitazione di tensione (varistori);
- classe II;
- tensione di esercizio 230V;
- corrente impulsiva nominale di scarica 15kA con forma d'onda 8/20 μ s;
- livello di protezione \leq 1.5kV;
- isolamento $>$ 100 M Ω ;
- montaggio su guida DIN.

Per i circuiti elettronici e i circuiti a tensione 24V saranno utilizzati gli scaricatori e i dispositivi di protezione previsti sugli schemi funzionali dei quadri e sulle specifiche della committenza.

per installazione in vicinanza delle apparecchiature elettroniche 230V

- tipo a limitazione di tensione (varistori) bipolare;
- classe III;

- tensione di esercizio 230V;
- tensione massima continuativa 255V;
- corrente nominale In 16A;
- corrente impulsiva nominale di scarica 3kA con forma d'onda 8/20μs;
- livello di protezione $\leq 1.5\text{kV L (N)} \rightarrow \text{PE} \leq 1.25\text{kV L} \rightarrow \text{N}$;
- montaggio su guida DIN;

per installazione sulle linee 4-20mA

- tensione di esercizio 24V;
- tensione massima continuativa 26.8V;
- corrente nominale In 1A;
- corrente impulsiva da fulmine (con forma d'onda 10/350μs) per filo 2.5kA (5kA complessiva);
- corrente impulsiva nominale di scarica (con forma d'onda 8/20μs) per filo 20kA (20kA complessiva);
- livello di protezione $\leq 90\text{V}$ con limp. filo/filo ($\leq 45\text{V}$ filo/PG);
- livello di protezione $\leq 70\text{V}$ con 1kV/μs filo/filo ($\leq 35\text{V}$ filo/PG);
- tempo d'intervento $< 1\text{ns}$;
- •montaggio su guida DIN.

per installazione sulla rete Ethernet (RJ45)

- tensione di esercizio 5V;
- tensione massima continuativa 6V;
- corrente nominale In 1A;
- corrente impulsiva nominale di scarica (con forma d'onda 8/20μs) filo/filo e filo/PG 300A (2.5kA schermo/PG);
- livello di protezione $\leq 35\text{V}$;
- velocità trasmissione dati massima 155MBit/s.

Separatori galvanici

- separatori galvanici passivi;
- ingresso 4-20mA, tensione max. ingresso 18V, corrente max. 50mA
- uscita 4-20mA;
- tensione impulsiva di dimensionamento 6kV;
- classe di sovratensione III;
- Rigidità dielettrica ingresso/uscita 4kVeff/1s;
- Montaggio su guida DIN.

ART. 18.13 PRESE

Avranno tutte corpo, custodia e frutti costruiti con materiale termoplastico autoestinguente.

Esse saranno dei seguenti tipi:

- Presa modulare serie civile tipo protetto bipasso oppure UNEL 2P+T 10/16 A 250V con terra laterale e centrale. Dovranno essere montate in scatole porta apparecchi da esterno in PVC dotate di sportello frontale a molla e membrana trasparente ed aventi grado di protezione min. IP55 a portella chiusa.
- Prese fisse da parete serie CEE conformi CEI EN60309-1-2 dotate di interblocco rotativo meccanico onnipolare; innesto a spina dal basso oppure frontale; coperchio di

chiusura con molla e tappo a baionetta; 2P+T con tensione nominale 220V oppure 3P+T con tensione nominale 380V e portata 16. In ogni caso il grado di protezione sarà almeno IP55. La presa non dovrà essere munita di protezione a fusibili quando protetta a monte da interruttore automatico. In caso contrario dovranno essere previsti tipi di presa equipaggiati con fusibili. È ammesso l'uso di quadretti per formazioni combinate di più prese in batteria, quando sia previsto e fornito dallo stesso costruttore delle prese.

Per i collegamenti in campo delle apparecchiature elettriche come ad esempio pompe, motori, ecc., al fine di facilitare gli interventi di manutenzione, è previsto il collegamento tramite presa e spina. Tali prese dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- Prese di corrente industriali con dispositivo d'interruzione incorporato (secondo l'art. 2.8 della Norma CEI/EN 60309-1). Da 20 a 63 A, fino a 690/1000 Volt AC;
- Conforme alle norme IEC 309-1, e CEI/EN 60309-1 (prese industriali);
- complete di interruttore sotto-carico in categoria d'utilizzo AC23 secondo IEC947-3, CEI/EN 60947-3. Resistenza agli urti IK08. Grado di protezione IP67;
- Disco di sicurezza a protezione degli alveoli sotto-tensione (protezione IP4X);
- Morsetti dei conduttori "antiallentamento" insensibili alle vibrazioni e al riscaldamento.
- Coperchio Presa ad apertura o chiusura automatica (chiusura automatica in opzione), affidabilità dei contatti di testa su pastiglie;
- in argento-nickel.

ART. 18.14 INTERRUTTORI DI COMANDO

Dovranno essere del tipo componibile, adatti per montaggio su telai porta apparecchi, conformi alla norma CEI 23-9. Dovranno presentare le seguenti caratteristiche elettriche:

- portata 10A;
- resistenza di isolamento a 500V > 5 M Ω;
- bipolari;
- installati in contenitore da esterno con portella frontale a molla con membrana elastica trasparente con grado di protezione minimo IP55 con portella chiusa (in scatole da incasso a parete per impianti incassati).

ART. 18.15 APPARECCHI D'ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi d'illuminazione dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- rispondenti alla norma CEI 34-21 II ed.;
- dotati di marchio IMQ;
- le connessioni all'interno degli apparecchi dovranno essere realizzate con conduttori con isolamento inalterabile per effetto del calore e resistenti a temperatura di almeno 100°;
- dotati di condensatore di rifasamento antiscoppio ed ignifugo di sicurezza.

Dovranno essere dei seguenti tipi:

Plafoniere a led tipo industriale

- corpo e diffusore in policarbonato UV autoestinguente;
- riflettore diffondente;

- ganci del diffusore in acciaio inox monopezzo;
- staffe per il montaggio diretto a parete o soffitto o per sospensione;
- equipaggiato con lampade led di potenza 30W tonalità di colore 4000 K;
- cablata e rifasata – 230 V 50 Hz;
- grado di protezione IP65.

Proiettori per illuminazione esterna

- corpo in alluminio presso fuso, con alettature di raffreddamento;
- riflettore in alluminio preanodizzato martellato
- Diffusore in vetro temprato sp. 5mm resistente agli shock termici e agli urti;
- Attacco per testa palo di diametro 60/76 mm con inclinazione di 15° e per staffa a parete di diametro 42/60 mm;
- Equipaggiato con lampada LED di potenza 30W;
- Grado di protezione min. IP65.

APPARECCHI D'ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

Le caratteristiche degli apparecchi autonomi per illuminazione di emergenza dovranno essere le seguenti:

- Corpo in polycarbonato bianco, infrangibile, adatto per montaggio a parete;
- riflettore diffondente in polycarbonato infrangibile;
- rifrattore in polycarbonato trasparente, superficie liscia;
- dotati di batterie Ni-MH e gruppo inverter con autonomia di almeno 1 ora;
- complete di led verde per segnalazione, controllo funzionamento e circuito autotest;
- dotati di dispositivo di protezione contro la scarica degli accumulatori;
- illuminazione non permanente;
- grado di protezione IP40;
- tempo di ricarica degli accumulatori massimo 12h;
- dotate di lampada led 18W (dotate di pittogramma indicante le vie di fuga se montate al di sopra delle uscite di sicurezza);
- dotati di ingresso per inibizione dell'apparecchio.

ART. 18.16 UPS

Componenti principali del gruppo

Il gruppo sarà costituito dai seguenti elementi più significativi:

- Raddrizzatore a diodi controllati per la ricarica di una batteria di accumulatori al piombo
- Batteria di accumulatori al piombo su telaio metallico rivestito con materiale isolante, tipo a chiusura ermetica ad altissima affidabilità con autonomia di 60 minuti a pieno carico. La capacità degli accumulatori deve essere riferita alla scarica in 2 ore e sarà dichiarata la corrente di corto circuito.
- Inverter a diodi controllati con stabilizzazione elettronica.
- Commutatore automatico statico per il trasferimento del carico dall'inverter alla rete e viceversa ogni qualvolta le caratteristiche dell'alimentazione escono fuori dalla tolleranza del carico e/o per guasti all'inverter, tempo massimo di commutazione 3,5 ms.

- Interruttore automatico con protezione magnetotermica per alimentazione linea in uscita, completo di bobina di apertura per minima tensione, tensione di funzionamento bobina 230 V — 50 Hz.
- Potenza nominale 1000 VA;
- Tensione mdi ingresso 230V;
- Tensione di uscita 230V;

Tutti i cavi e fili dovranno essere del tipo a norme CEI 20-22 , di sezione minima di 2,5 mm² per i circuiti di potenza, 1,5 mm², per i circuiti ausiliari.

Rispondenza e riferimento alle norme

La fornitura dovrà essere rispondente alle normative di sicurezza, sia per le persone che per gli impianti.

I componenti devono avere basso valore di carico di incendio, che dovrà essere dichiarato nel complesso delle apparecchiature, e non devono sviluppare, per quanto ammissibile, gas tossici sia nel funzionamento normale, sia in caso di incendio.

Le apparecchiature dovranno essere corredate, oltre che delle normali targhette di identificazione e di istruzioni di uso, anche di cartelli monitori per la sicurezza. Tali cartelli devono essere di materiale idoneo e non deteriorabile con il tempo.

Per la costruzione si farà riferimento alle seguenti norme:

Norma It. CEI EN 50178 - Class. CEI 22-15

Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza

CEI UNI EN 45510-2-2 - Class. CEI 22-18 Parte 2-2:

Apparecchiature elettriche - Sistemi statici di continuità

CEI EN 62040-3 - Class. CEI 22-24

Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova

CEI EN 62040-1-1 - Class. CEI 22-26

Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 1-1: Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree accessibili all'operatore

CEI EN 62040-1-2 - Class. CEI 22-27

Sistemi statici di continuità (UPS)

Parte 1-2: Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree ad accesso limitato

CEI EN 62310-1 - Class. CEI 22-28

Sistemi statici di trasferimento (STS)

Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza - Norma It. CEI EN 62040-2 - Class. CEI 22-29

Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC)

CEI EN60896-1- (CEI 21- 6)

Batterie di accumulatori stazionari al piombo. Prescrizioni generali e metodi di prova.

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza a semiconduttori per applicazioni industriali e per trazione.

CEI EN60146-1-1 ed 1-3 (CEI 22-7/22-8)

Convertitori a semiconduttori. Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea.

CEI EN50091-2 - (CEI 22-9)

Sistemi statici di continuità UPS. - Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica.

La suddetta documentazione dovrà essere completa dell'elencazione dei componenti utilizzati, con le loro caratteristiche tecniche, disegni, ecc.

Altri oneri a carico dell'impresa appaltatrice

Le eventuali prestazioni di tecnici specializzati per l'esecuzione delle prove e la messa in servizio del sistema, sarà compresa nel prezzo della fornitura.

ART. 18.17 STRUMENTAZIONE DI MISURA PER IL CONTROLLO DI PROCESSO

Gli strumenti per il controllo di processo saranno contenuti in custodia IP67 e completi di pressacavi stagni IP67.

Per gli strumenti con sonda di misura separata dall'elettronica, la centralina verrà montata su di un supporto in lamiera di acciaio zincato a caldo con tettuccio per garantire un adeguato riparo dagli agenti atmosferici. La sonda di misura andrà collegata con un apposito cavo fornito congiuntamente al misuratore e di lunghezza adeguata.

Gli strumenti dovranno essere provvisti di uscita in corrente 4-20mA.

A seconda della tipologia di strumento l'alimentazione verrà fornita:

mediante il loop 4-20mA;

mediante linea di alimentazione alla tensione di 230Vca.

In vicinanza di ogni strumento dovrà essere prevista una cassetta in PVC rinforzato con fibre di vetro contenente lo scaricatore di sovratensione per l'alimentazione (quando prevista) e lo scaricatore per la protezione del loop 4-20mA. Per le caratteristiche degli scaricatori di sovratensione si rimanda al par. 0

ART. 18.18 SISTEMA DI CONTROLLO

Descrizione Hardware

Fornitura e posa in opera di sistema di supervisione generale supervisione di impianto comprendente:

- **Unità periferica principale**
 - CPU
 - Moduli Digitali di ingresso
 - Moduli Digitali di uscita
 - Moduli Analogici di ingresso
 - Moduli Analogici di uscita
- **Unità periferiche decentrate (remoti)**
 - Inverter soffianti

Specifiche Tecniche

Scomparto Quadro per PLC

Dovrà essere realizzato su scomparto attrezzato, costituito da una colonna di armadio modulare in protezione IP 55, dotato di ventilazione forzata, presa di servizio e tasca portaschemi, che conterrà il PLC e tutte le apparecchiature elettriche di alimentazione associate e le interfaccia necessarie.

Caratteristiche costruttive:

Alimentatore:

220 V c.a. / 110 V c.a. / 24 V, D.C

Interruttori:

Automatici modulari adatti per il montaggio su guida din

Relè di interfaccia:

In numero pari alle uscite del PLC con relè di tipo statico, muniti di led di segnalazione

Interfacciamento ingressi:

Diretto su PLC attraverso la morsettiera di cablaggio, oppure interfacciato con relè statico per segnali diversi dai 24 V DC.

- morsettiera:
 - in numero pari a tutti gli I/O presenti a bordo dei moduli del PLC
 - con valvola fusibile inserita sulle uscite
 - le morsettiere atte a ricevere cavi schermati saranno dotate di apposito morsetto per gli schermi
- cablaggio:
 - con canali separati per le utenze elettriche e per i segnali di campo
 - morsettiera siglate con i medesimi codici di campo
 - cassetteria preintestata in fabbrica.

Descrizione software

Caratteristiche generali

Il corretto funzionamento del sistema di controllo a PLC, sarà assicurato dai software forniti a corredo in particolare dal software di controllo sul PLC e software di supervisione su PC, appositamente implementato nel sistema stesso.

Sarà messo a punto lo specifico software di automazione, rilevamento, misura, gestione dei parametri e memorizzazione dei dati.

Tale software comprenderà:

- Programmazione del sistema PLC: con implementazione su flash EPROM del programma di acquisizione, misura, controllo e regolazione dei parametri e dei cicli di processo, finalizzato alla realizzazione degli automatismi di attuazione e regolazione dell'intero impianto di depurazione e del sollevamento. L'implementazione sarà effettuata prima dell'avviamento dell'impianto, e successivamente messa a punto durante il periodo di conduzione in prova dello stesso.
- Avrà le seguenti caratteristiche e potenzialità:
 - veloce supervisione dei dati di processo
 - impostazione delle variabili
 - visualizzazione liberamente configurabile delle pagine/figure di processo
- acquisizione, archiviazione di eventi, segnalazioni e allarmi
- memorizzazione dei valori di misura
- gestione dei diritti di accesso degli utenti al sistema

In fase di realizzazione si dovrà definire nel dettaglio le specifiche con cui sarà effettivamente configurato il software gestionale, chiarendo:

- criteri di definizione delle pagine grafiche dinamiche e di richiamo automatico delle stesse in relazione ai rilevamenti di allarme o anomalia;

- criteri di gestione degli allarmi e delle segnalazioni di anomalie rilevate;
- tempi e modi delle misurazioni sul campo soggette ad archiviazione;
- criteri di correlazione dei parametri chimico fisici rilevati e attuazioni su campo;
- criteri per il rilevamento, l'archiviazione e l'elaborazione, delle informazioni inerenti i tempi di funzionamento, di fermo, di guasto, delle apparecchiature installate;
- criteri per il rilevamento, l'archiviazione e l'elaborazione dei dati energetici relativi ai consumi.

ART. 19. COLLAUDO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Verifica provvisoria, consegna e norme per il collaudo degli impianti.

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato da parte della Direzione Lavori, la committente ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

In tal caso, la presa in consegna degli impianti da parte della Committenza dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria degli stessi che abbia avuto esito favorevole.

Qualora la Committente non intenda valersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, potrà analogamente disporre affinché, dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori, si proceda alla verifica provvisoria degli impianti.

La verifica provvisoria dovrà accertare che gli impianti siano in grado di funzionare normalmente e che siano state rispettate tutte le norme applicabili e le disposizioni legislative per la prevenzione degli infortuni.

In particolare si indicano:

- verifica preliminare per accertare che i materiali costituenti l'impianto corrispondano qualitativamente e quantitativamente a quanto prescritto a contratto;
- verifica preliminare di funzionalità;
- verifica del tipo e delle sezioni dei conduttori in relazione alle modalità di posa;
- verifica del grado di protezione degli involucri;
- verifica dell'efficienza delle protezioni contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti;
- verifica delle protezioni contro i contatti diretti;
- verifica delle protezioni contro i contatti indiretti;
- verifica dell'efficienza e della funzionalità dei comandi.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito positivo, l'inizio del funzionamento dell'impianto per l'uso al quale sono destinati.

Ad ultimazione della verifica provvisoria, la Committente prenderà in consegna gli impianti con regolare verbale.

La Ditta, durante la gestione sarà pienamente responsabile del funzionamento degli impianti e dell'istruzione del personale della Committente.

Alla data del collaudo provvisorio, l'Impresa esecutrice dovrà rilasciare alla Committente un rapporto contenente tutte le indicazioni necessarie alla corretta gestione degli impianti.

L'Assuntore è impegnato a fornire, in sede di collaudi, tutte le apparecchiature di prova, tutti gli elementi tecnici opportuni e la mano d'opera per assistere il collaudatore.

Tutte le opere, forniture e regolazioni che risultassero in seguito a detto collaudo deficienti, non a regola d'arte e comunque difformi dalle presenti prescrizioni, devono essere immediatamente riparate o sostituite a cura dell'Assuntore, senza che questi possa richiedere alcun compenso; saranno altresì comprese le opere da muratore, decoratore e simili che si renderanno necessarie per eseguire modifiche, aggiunte o riparazioni.

Nonostante l'esito favorevole delle prove preliminari e delle verifiche suddette, l'Assuntore rimarrà l'unico responsabile delle deficienze che si riscontrassero in seguito e fino al termine del periodo di garanzia.

ART. 19.1 COLLAUDO DEFINITIVO

Il collaudo definitivo deve ultimarsi entro il termine stabilito di 60 gg. giorni solari dalla consegna degli impianti e, in difetto, non oltre 6 mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori.

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso.

Ad impianto ultimato, si deve provvedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

In particolare, nel collaudo definitivo, devono effettuarsi le seguenti verifiche:

- che siano state osservate le norme tecniche generali di cui sopra;
- che gli impianti ed i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto, di cui è detto al precedente comma b);
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, in base a quanto indicato nell'art. 5, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;

inoltre, nel collaudo definitivo devono ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria. Anche del collaudo definitivo verrà redatto regolare verbale.

ART. 19.2 ESAME A VISTA

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme CEI applicabili. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia scelto

correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni dai contatti diretti,
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e interruzioni polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

ART. 19.3 VERIFICA E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO E DELL'APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali di funzionamento contemporaneo, o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL 35024-1 per i cavi posati in aria e CEI-UNEL 35026 per i cavi interrati; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei dovuti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

ART. 19.4 MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmetro, la cui tensione continua sia 250 V, nel caso di misura su parti di impianto di categoria 0 o su parti di impianto SELV, oppure di 500 V, in caso di misura su parti di impianto alimentate alla tensione nominale fino a 500V.

La misura si deve effettuare tra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito, intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

0.5 MOhm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;

0.25 MOhm per sistemi SELV o PELV.

ART. 19.5 MISURA DELLE CADUTE DI TENSIONE

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente; nel caso di apparecchiature con assorbimento istantaneo, di corrente si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

ART. 19.6 VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CORTOCIRCUITI ED I SOVRACCARICHI

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

ART. 19.7 VERIFICA DELLE PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Nel caso di sistemi TT, la protezione dai contatti indiretti sarà realizzata mediante la messa a terra delle parti metalliche e tramite l'utilizzazione di interruttori differenziali aventi corrente nominale differenziale di intervento $I_{\Delta n}$ massima di 1 A. Dovrà essere verificata la seguente relazione:

$$R_t < \frac{50}{I_{\Delta n}} \quad (1)$$

essendo R_t la resistenza dell'impianto di terra ed $I_{\Delta n}$ la corrente differenziale dei dispositivi di protezione.

ART. 19.8 MISURA DELLA RESISTENZA DI TERRA

Nel caso di sistemi TT, è invece ammessa la misura con il metodo del loop tester.

ART. 19.9 NORME GENERALI COMUNI PER LE VERIFICHE IN CORSO D'OPERA, PER LA VERIFICA PROVVISORIA E PER IL COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI

Prima di iniziare le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, si dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza disponibile), siano conformi a quelle previste nel Capitolato e cioè quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione, all'atto delle verifiche o del collaudo, non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove devono essere rinviate a quando sia possibile disporre di correnti di alimentazione delle caratteristiche contrattualmente previste, purché ciò non implichi una dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore ad un massimo di 15 giorni.

Nel caso vi sia al riguardo impossibilità da parte dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione Appaltante non intenda disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, le verifiche in corso d'opera, la verifica provvisoria ad ultimazione dei lavori, nonché il collaudo definitivo potranno ugualmente aver luogo, ma il collaudatore dovrà tener conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione che spetta a quelle contrattualmente previste e secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.

Per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo, l'Impresa Appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione Appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza poter perciò accampare diritti a maggiori compensi.

ART. 19.10 COLLAUDI TECNICI PER I QUADRI ELETTRICI

Collaudo tecnico in officina

Per i collaudi dei quadri assemblati l'Assuntore deve esibire alla D.L., prima dell'installazione degli equipaggiamenti, il relativo Certificato di prova.

Per i Quadri Elettrici, prima della loro installazione, è effettuato un Collaudo Tecnico presso l'officina dell'Assuntore per verificare la rispondenza in generale alle specifiche tecniche.

Il collaudo tecnico d'officina nel suo complesso è effettuato dal personale incaricato dal Committente.

Collaudo tecnico in opera

Sull'impianto in opera e al termine dei lavori, ferme restando le responsabilità di collaudo a carico dell'installatore sancite dal D.M. n. 37/08, sarà facoltà della D.L., a titolo di Collaudo Tecnico, eseguire in contraddittorio le seguenti verifiche come prescritto dalla norma CEI 64-8 V1, in particolare:

- qualitativa e quantitativa;
- corrispondenza fasi e colorazioni;
- rispondenza generale a norme CEI;
- tipo, dimensionamento e marchiatura prevista per i componenti, in relazione alle condizioni di posa;
- corrispondenza protezioni contro le sovracorrenti, contatti diretti ed indiretti.

ART. 19.11 DOCUMENTI DA PREDISPORRE PER IL COLLAUDO FINALE

Sarà cura dell'Appaltatore predisporre i seguenti documenti da sottoporre alla firma del Collaudatore finale:

- Verifiche tubazioni e macchine
- Dichiarazioni di conformità macchine e componenti tubazioni
- Dichiarazione di conformità degli impianti elettrici
- Ogni altro documento che l'ATO, la Regione, la Provincia potrà richiedere per l'autorizzazione all'esercizio e allo scarico.