



Regione Puglia
Città Metropolitana di Bari
Comune di Gravina in Puglia



Progetto per la realizzazione di un **impianto agrivoltaico** della potenza massima installata pari a 39,195 MWp, potenza di immissione pari a 33,5 MW denominato "Macinale" con relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Gravina in Puglia (BA)

Titolo:

OK6NK25_DISCIPLINARE
DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI
DEL PROGETTO DEFINITIVO

Numero documento:

Commessa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	3	4	3	0	3	D	R	0 1 7 5	0 0

Proponente:

ALERIONSERVIZITECNICIE SVILUPPO

Alerion Servizi Tecnici e Sviluppo S.r.l.

Via Renato Fucini 4
20122 – Milano (MI)

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Cardito, 202 | 83031 | Ariano Irpino (AV)
Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz | info@progettoenergia.biz



SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	19.05.2023	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	C.ELIA	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

INDICE

1.	SCOPO	4
2.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
3.	MATERIALI E COMPONENTI	4
3.1.	MODULI FOTOVOLTAICI.....	4
3.2.	STRUTTURE DI SUPPORTO	4
3.3.	CONVERTITORI DI POTENZA	5
3.4.	TRASFORMATORE	6
3.5.	CABINE DI TRASFORMAZIONE E CABINA DI IMPIANTO	6
3.6.	STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA	6
3.6.1.	DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA	6
3.7.	IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE	7
3.8.	IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	8
3.9.	RECINZIONI.....	8
3.10.	CAVI B.T. e M.T.....	9
3.11.	CAVI A.T.	9
3.12.	RETE DI TERRA.....	9
3.12.1.	DESCRIZIONE DELLA RETE DI TERRA	10
3.12.2.	COLLEGAMENTI DI TERRA	10
3.12.2.1.	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.....	10
3.12.2.2.	Quadri di parallelo in corrente continua (CS).....	10
3.12.2.3.	Scaricatori di tensione nei quadri di parallelo in corrente continua.....	10
3.12.2.4.	Convertitori.....	10
3.12.2.5.	Quadro di parallelo in corrente alternata	11
3.12.2.6.	Picchetti dispersori (eventuali).....	11
4.	SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI	11
4.1.	RISPONDE A LEGGI E REGOLAMENTI	11
4.2.	PRESCRIZIONI RIGUARDANTI CAVI-CIRCUITI-CONDUTTORI	11
4.3.	SEZIONI MINIME DEL CONDUTTORE DI TERRA	12
4.4.	CAVIDOTTI-CASSETTE DI DERIVAZIONE	12
4.5.	TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE	13
4.6.	POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI.....	14
4.7.	POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONE INTERRATA	14
4.8.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	14
4.9.	IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	14
4.10.	IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	16
4.11.	STABILIZZAZIONE DELLA TENSIONE.....	17
5.	SPECIFICHE TECNICHE OPERE CIVILI ACCESSORIE	17
5.1.	MOVIMENTI TERRA	17
5.1.1.	SCAVI E RINTERRI.....	17
5.1.2.	SCAVI DI SBANCAMENTO.....	17

5.1.3.	SCAVI PER FONDAZIONI	18
5.1.4.	SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA	18
5.1.5.	SCAVI PER IMPIANTI DI MESSA A TERRA	18
5.1.6.	RILEVATI	18
5.1.7.	RINTERRI	20
5.2.	MASSICCIATE	20
5.3.	OPERE IN CEMENTO ARMATO	20
5.3.1.	LEGANTI	20
5.3.2.	INERTI	21
5.3.3.	SABBIA	21
5.3.4.	ACQUA	21
5.3.5.	CASSEFORME	21
5.3.6.	CASSEFORME IN LEGNO (TAVOLE)	21
5.3.7.	CASSEFORME IN LEGNO	22
5.3.8.	STOCCAGGIO (CASSEFORME)	22
5.3.9.	CASSEFORME METALLICHE	22
5.3.10.	ARMATURA	22
5.3.11.	ACCIAI PER CEMENTO ARMATO	22
5.3.12.	ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE	22
5.3.13.	ADDITIVI	23
5.3.14.	DISARMANTI	23
5.3.15.	IMPASTI	23
5.3.16.	CAMPIONATURE	23
5.3.17.	GETTO DEL CONGLOMERATO	23
5.3.18.	RIPRESA DEL GETTO	24
5.3.19.	MATURAZIONE	24
5.3.20.	DISARMO	24
5.3.21.	ACCIAIO	24
5.3.22.	LEGANTI IDRAULICI	24
5.3.23.	MALTE CEMENTIZIE	25
5.3.24.	DOSAGGI	25
5.4.	OPERE IN ACCIAIO ED ALTRI METALLI	25
5.4.1.	FERRO- ACCIAIO	26
5.4.2.	ACCIAI	26
5.4.3.	ACCIAIO INOSSIDABILE	26
5.4.4.	ALLUMINIO E LEGHE	26

1. SCOPO

Scopo del presente documento è la redazione del disciplinare descrittivo e prestazionale, avente come scopo quello di descrivere, i componenti e i materiali principali, finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio di un Impianto Agrivoltaico, denominato "Macinale", da realizzarsi nel comune di Gravina in Puglia (BA), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione su uno stallo a 150 kV in antenna alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV ubicata a Gravina in Puglia (BA).

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto a terra, per la produzione di energia elettrica da fonte solare, della potenza complessiva di 39.195,00 kWp.

Le principali attività possono schematizzarsi come segue:

- lavori di tipo elettromeccanico;
- lavori civili.

I lavori di tipo elettromeccanico, meglio definiti nello specifico capitolo del presente disciplinare, concorrono a tutte quelle attività lavorative volte all'installazione dei moduli fotovoltaici e del loro collegamento alle apparecchiature elettriche deputate alla conversione, trasformazione e trasporto dell'energia elettrica.

Le operazioni che si riferiscono alla sistemazione dell'area di intervento attraverso la realizzazione della viabilità di impianto, dei cavidotti e della predisposizione del piano di posa delle cabine elettriche fanno capo ai lavori civili.

3. MATERIALI E COMPONENTI

3.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici saranno in silicio policristallino provvisti di cornici in alluminio, realizzati con 132 celle di tipo policristallino con tensione massima di isolamento pari a 1500 V, e di potenza 670 Wp della marca "Trina Solar", modello "TSM-DE21.W".

I pannelli saranno conformi alla norma IEC 61215 ed avranno le seguenti caratteristiche operative:

Dimensione massima modulo [mm]	2384 x 1303 x 33
Temperatura operativa	-40°C e +85°C

Tabella 1 - Caratteristiche operative dei pannelli

L'impianto sarà costituito da un totale di 58.500 **pannelli** per una conseguente potenza di picco pari a **39.195 kWp**.

Ciascun modulo sarà accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, applicato al modulo fotovoltaico, dove saranno riportate le principali caratteristiche, secondo la Norma CEI EN 50380.

3.2. STRUTTURE DI SUPPORTO

Le strutture a supporto dei moduli saranno in acciaio zincato a caldo ed ancorata al terreno tramite infissione diretta nel terreno ad una profondità idonea a sostenere l'azione del vento. Le strutture saranno del tipo tracker monoassiali, con distanza minima da terra pari a 130 cm ed altezza massima di 336,5 cm circa.

Le strutture sono fissate al terreno mediante fondazioni costituite da profilati in acciaio zincato a caldo infissi nel terreno.

I moduli costituenti la stringa saranno alloggiati in modo tale da essere interessati dallo stesso irraggiamento. Le strutture permetteranno l'installazione di 30 moduli costituenti una stringa.

3.3. CONVERTITORI DI POTENZA

I gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata (inverter) saranno idonei al trasferimento della potenza generata alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici di sicurezza applicabili. In particolare saranno rispondenti alle norme contenute nella direttiva EMC (2004/108/CE) e alla Direttiva Bassa Tensione (2014/35/UE).

Il convertitore opererà in modo completamente automatico l'inseguimento del punto di massima potenza (MPPT) del campo FV, in modo da far lavorare l'impianto sempre nelle condizioni di massima resa, anche durante i periodi di basso irraggiamento (alba e tramonto).

L'inverter consentirà la programmazione della curva di rendimento ottimale in funzione della distribuzione dei valori di irraggiamento solare del sito durante le stagioni dell'anno, al fine di ottenere un intervallo di rendimento massimo in corrispondenza del livello di potenza con la maggior disponibilità attesa.

Nel progetto in esame sono state inserite due tipologie di inverter di marca "SMA", ovvero i modelli "SC-2750-EV-10" e "SC-3000-EV-10". Tali inverter saranno di tipo outdoor con potenza AC pari rispettivamente a 2750 kW e 3000 kW con tensione di isolamento massima pari o superiore a 1500V lato DC.

Gli inverter devono essere in grado di funzionare indifferentemente con il generatore fotovoltaico isolato da terra, oppure con una qualunque delle polarità DC collegate a terra (soft grounding /hard grounding)

La separazione dalla rete sarà garantita dal trasformatore bassa – media tensione (TR B.T. / M.T.) non compreso nell'inverter.

I due tipi di inverter soddisferanno i seguenti requisiti minimi:

Requisiti	Caratteristiche
Potenza di picco	limitata elettronicamente al valore di impianto
Potenza nominale	2750 kVA / 2500 kVA
Tensione massima Vdc	1500 Vdc
Tensione Nominale Uscita AC:	600 V / 480 V to 720 V
Rendimento Massimo	98,7 %
Temperatura di esercizio	-25 + 60 °C
Compatibilità EMC	EN55011:2017, IEC/EN 61000-6-2, FCC Part 15 Class A

Tabella 2 - Requisiti e caratteristiche dell'inverter di marca "Sungrow" e modello "DS_20201121_SG250HX"

Requisiti	Caratteristiche
Potenza di picco	limitata elettronicamente al valore di impianto
Potenza nominale	3000 kVA / 2700 kVA
Tensione massima Vdc	1500 Vdc
Tensione Nominale Uscita AC:	655 V / 524 V to 721 V
Rendimento Massimo	98,8 %

Temperatura di esercizio	-25 + 60 °C
Compatibilità EMC	EN55011:2017, IEC/EN 61000-6-2, FCC Part 15 Class A

Tabella 3 - Requisiti e caratteristiche dell'inverter di marca "Sungrow" e modello "DS_20210712_SG350HX"

3.4. TRASFORMATORE

Il trasformatore M.T. / B.T. sarà del tipo a due avvolgimenti in olio con raffreddamento ONAN.

Le tensioni primario e secondario saranno stabilite in base al valore della tensione di uscita dell'inverter e di quella della rete a cui l'impianto è connesso.

Le tabelle seguenti riassumono le caratteristiche dei trasformatori che verranno utilizzati nell'impianto.

I trasformatori di potenza saranno:

3.5. CABINE DI TRASFORMAZIONE E CABINA DI IMPIANTO

Le **Cabine di Trasformazione (C.T.)** saranno così suddivise:

- 10 C.T. da 2.750 kW per una potenza in uscita AC pari a 27.500 kW;
- 2 C.T. da 3.000 kW per una potenza in uscita AC pari a 6.000 kW.

La potenza totale in uscita AC è pertanto pari a 33,500 MWp.

Ciascuna delle 12 aree di conversione previste saranno costituite da un trafo M.T./B.T. in olio all'aperto delle dimensioni 4x4x4 m e da un container shelter box delle dimensioni 12,9x4,88x4,80 m contenente l'inverter.

La **Cabina di Impianto** sarà costituita da un edificio di dimensioni 12,20 m x 2,40 m x 3,00 m suddiviso in tre sezioni contenenti:

- il locale M.T.;
- il locale Misure.
- il locale G.E.

3.6. STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

La Stazione Elettrica di Utenza, completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario), risulta ubicata sulle particelle n. 234-238 del foglio 111 del comune di Gravina in Puglia (BA).

L'energia prodotta prima di essere immessa in rete viene elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore trifase di potenza A.T. / M.T. 150/30 kV; Pn = 40 MVA.

Il quadro all'aperto della SE A.T. / M.T. è composto da:

- stallo A.T.;
- trasformatore A.T. / M.T.;
- un edificio quadri comandi e servizi ausiliari;
- Sbarra di condivisione comprensivo di stallo destinato alla connessione verso la RTN (condivisa con altri produttori).

La posizione dell'edificio quadri consente di agevolare l'ingresso dei cavi M.T. nella stazione e sarà di dimensione adeguate nel rispetto delle leggi vigenti e rispettive regole tecniche.

3.6.1. DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA

Sbarra di condivisione comprensivo di stallo destinato alla connessione verso la RTN (condivisa con altri produttori):

- ✓ Nr. 3 trasformatori di corrente;
- ✓ Nr. 1 interruttore tripolare;
- ✓ Nr. 1 sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra;

- ✓ Nr. 3 trasformatori di tensione induttivi;
- ✓ Nr. 3 scaricatori;
- ✓ Nr. 3 terminali cavo AT;
- ✓ Nr. 13 Portali sbarre.

Nr. 1 montante trafo A.T. / M.T.:

- Nr. 3 isolatori,
- Nr. 1 sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra,
- Nr. 3 trasformatori di corrente,
- Nr. 1 interruttore tripolare,
- Nr. 3 trasformatori di corrente,
- Nr. 3 scaricatori di sovratensione A.T.,
- Nr. 1 trasformatore ONAN/ONAF – 30/150 kV – 40 MVA – con isolamento in olio minerale.

La Stazione Elettrica di Utanza è inoltre dotata di:

- Sistema di Protezione Comando e Controllo – SPCC,
- Servizi Ausiliari di Stazione,
- Servizi Generali,
- Sezione M.T., sino alle celle M.T. di partenza verso il campo fotovoltaico.

Si riporta la planimetria elettromeccanica con relative sezioni della soluzione tecnica innanzi generalizzata.

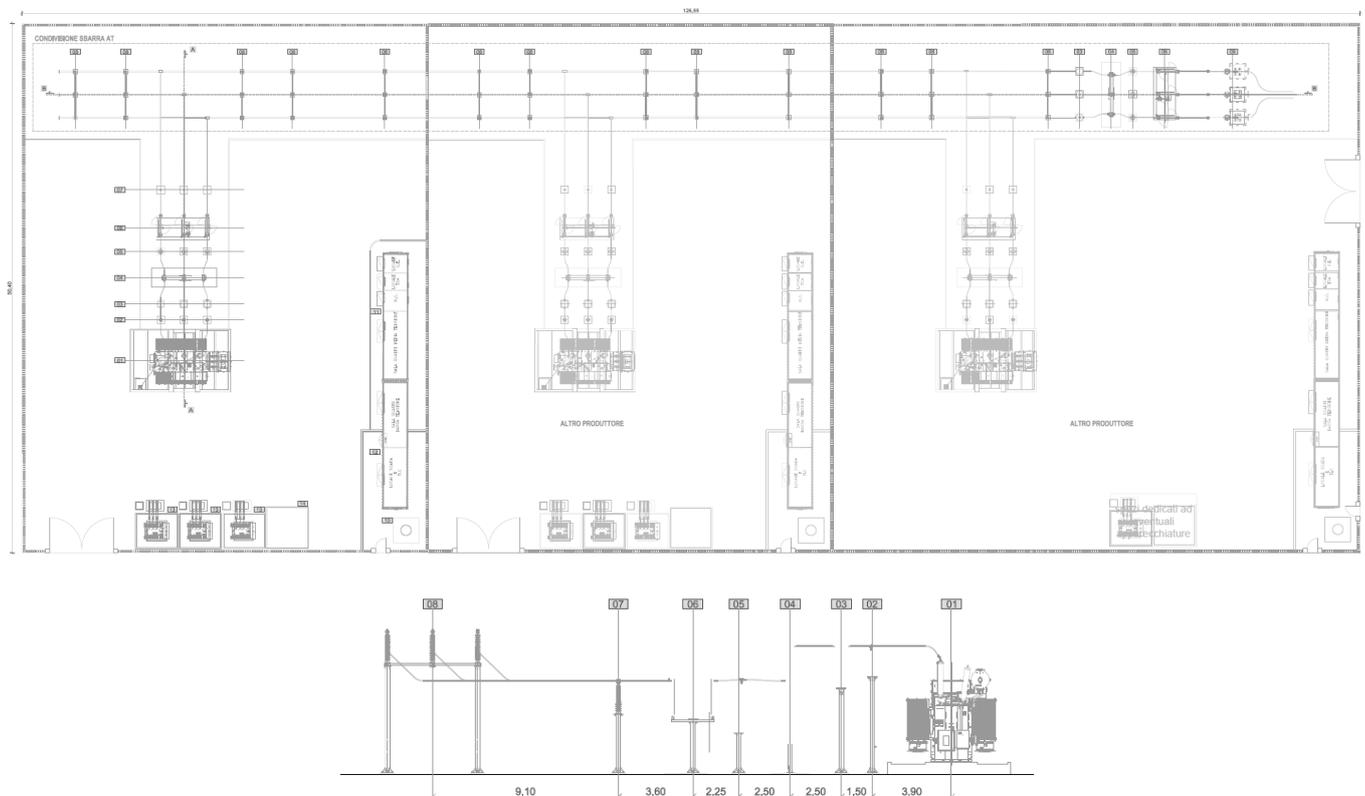


Figura 6 - Planimetria elettromeccanica della Stazione Elettrica di Utanza

3.7. IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

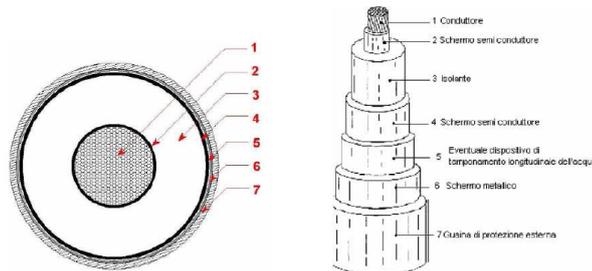
L'impianto di utanza per la connessione sarà costituito da un elettrodotta AT in cavo interrato, costituito da una terna composta di

tre cavi unipolari realizzati in conduttore di alluminio, isolante in XLPE ARE4H1H5E 87/150kV 1x600, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Le caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Frequenza nominale 50 hz
- Tensione nominale 150 kV
- Corrente nominale 1000 A
- Potenza nominale 260 MVA
- Sezione nominale del conduttore 600 mmq
- Isolante XLPE

Ciascun cavo d'energia a 150 kV è costituito da:

1. conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 600 mmq tamponato in corda rotonda compatta di fili di alluminio di sezione circolare
2. schermo semiconduttivo sul conduttore
3. isolamento in politene reticolato (XLPE)
4. schermo semiconduttivo sull'isolamento
5. nastri in materiale igro-espandente
6. guaina in alluminio longitudinalmente saldata
7. rivestimento in politene con grafitatura esterna.



Caratteristiche del Conduttore di Energia

3.8. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L'impianto di rete per la connessione sarà ubicato all'interno della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV, ubicata nel comune di Gravina in Puglia (BA).

3.9. RECINZIONI

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi (pannelli) in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che le conferiscono una particolare resistenza e solidità. Essa offre una notevole protezione da eventuali atti vandalici, lasciando inalterato un piacevole effetto estetico e costituisce un sistema di fissaggio nel rispetto delle norme di sicurezza.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 250 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in c.a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

In prossimità dell'accesso principale sarà predisposto un cancello metallico per gli automezzi della larghezza di cinque metri e dell'altezza di due e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro.

La Stazione Elettrica di Utenza sarà delimitata da recinzioni costituita da muri a mensola in cemento armato con base rettangolare di 0,90 m ed un'altezza di 1,60 m.

Su tali elementi strutturali verranno inseriti degli elementi prefabbricati in c.a. di dimensione 10 x 15 cm che completano la recinzione della sottostazione.

In prossimità dell'accesso sarà predisposto un cancello carraio scorrevole, conforme alle dimensioni ed alle indicazioni riportate negli specifici elaborati di dettaglio.

Il cancello sarà in acciaio zincato a caldo, sarà completo di tutti gli accessori di movimento, segnalazione e manovra, nel rispetto delle vigenti normative in materia di sicurezza e antinfortunistica (sistemi di blocco, guide, binari, cremagliere, pistoni idraulici, cerniere, maniglie).

3.10. CAVI B.T. e M.T.

I cavi saranno posati all'interno di cavidotti in PEAD posati a quota -50 ÷ -70 cm e raccordati tra loro mediante pozzetti di ispezione.

i cavi BT di collegamento tra cassette di parallelo stringa e i quadri di campo saranno:

- ARG7 R
- Sezione minima calcolata tenendo conto di una caduta di tensione massima ammissibile <1%.

Nel caso le stringhe provenienti da una fila si dovranno attestare in una cassetta di stringa presente nella fila successiva o precedente, i cavi di tipo FG21M21 dovranno essere posati entro tubo corrugato di tipo pesante aventi caratteristiche meccaniche DN450 ø200mm.

I cavi M.T. saranno:

- In alluminio con formazione ad elica visibile del tipo ARE4H5EX;
- Conformi alla specifica tecnica ENEL DC4385;
- Sezione minima calcolata tenendo conto di una caduta di tensione massima ammissibile <0,5%.

La posa sarà prevista direttamente interrata a -100 ÷ -120 cm con protezione anti sfondamento da escavazione senza corrugati o manufatti di posa interposti con il terreno.

Tutte le operazioni per loro messa in opera dovranno saranno eseguite secondo le norme CEI 20-13, 20-14, 20-24.

3.11. CAVI A.T.

Il nuovo elettrodotto a 150 kV sarà realizzato con una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Caratteristiche Elettriche:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV

Portata di corrente di progetto per conduttori disciplinati dalla norma CEI 11-60, è conforme a quanto prescritto da suddetta normativa e coincide con la Portata in corrente in relazione alle condizioni di progetto (PCCP).

3.12. RETE DI TERRA

Il sistema di terra comprende le maglie interrate intorno alle cabine, i collegamenti tra le cabine e i collegamenti equipotenziali per la protezione dai contatti indiretti, fino ai quadri di parallelo (QP). Ciascuna maglia di terra avrà un layout secondo quanto riportato nei disegni di progetto.

L'estensione della rete di terra, realizzata con corda di rame nudo interrata e collegata alle armature di fondazione, dovrebbe garantire un valore della resistenza di terra sufficientemente basso. Solo in caso di necessità in fase di collaudo, a posa e rinterro avvenuto, si procederà all'installazione di picchetti dispersori aggiuntivi.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente continua (quadri elettrici, SPD, strutture metalliche di sostegno) devono essere rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento diretto con la corda di rame nudo interrata.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente alternata (convertitori, quadri elettrici, SPD, trasformatori) devono essere rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento con il centro-stella dei trasformatori MT/BT, a loro volta messi a terra. I collegamenti di terra sono eseguiti a "regola d'arte" da personale qualificato.

3.12.1. DESCRIZIONE DELLA RETE DI TERRA

La rete di terra è realizzata con i seguenti componenti principali:

- Conduttori di terra:
 - corda di rame nudo da 95 mm²
 - corda di rame nudo da 35 mm²
 - cavo di rame da 240 mm² con guaina giallo/verde
 - cavo di rame da 50 mm² con guaina giallo/verde
 - cavo di rame da 35 mm² con guaina giallo/verde
- (eventuale) picchetti dispersori a croce in acciaio zincato da 2 m, con i relativi pozzetti di ispezione in plastica

I conduttori di terra, ove prescritto, devono essere interrati appena possibile. Le connessioni elettriche interrate devono essere realizzate con morsetti a compressione. Le connessioni fuori terra devono essere realizzate con morsetti o con piastre di derivazione.

A distanza regolare devono essere realizzati dei pozzetti di derivazione per agevolare i collegamenti fuori terra. Tutte le connessioni devono essere realizzate con materiali resistenti alla corrosione.

3.12.2. COLLEGAMENTI DI TERRA

3.12.2.1. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici deve essere collegata ai picchetti mediante una corda di rame nudo 35 mm². La corda di rame deve essere collegata alla struttura tramite capocorda ad occhiello, bullone e rondella in acciaio zincato, fissati nell'apposito foro previsto. La corda di rame deve essere interrata appena possibile.

3.12.2.2. Quadri di parallelo in corrente continua (CS)

Le parti metalliche non in tensione di ciascun quadro di parallelo in corrente continua deve essere collegato alla corda di rame interrata mediante un cavo giallo/verde da 50 mm². Il cavo di protezione deve essere intestato al morsetto di terra del quadro.

3.12.2.3. Scaricatori di tensione nei quadri di parallelo in corrente continua

Gli scaricatori di tensione devono essere collegati alla corda di rame interrata mediante un cavo giallo/verde da 35 mm². Il cavo di terra deve essere intestato a un morsetto degli scaricatori e deve essere interrato appena possibile. Il cavo di terra degli scaricatori deve essere indipendente dagli altri cavi di terra.

3.12.2.4. Convertitori

Le parti metalliche non in tensione di ciascun convertitore devono essere collegate con il centro- stella del trasformatore MT/BT mediante un cavo giallo/verde da 240 mm².

3.12.2.5. Quadro di parallelo in corrente alternata

Le parti metalliche non in tensione del quadro di parallelo in corrente alternata devono essere collegate con il centro- stella del trasformatore MT/BT mediante un cavo giallo/verde da 240 mm².

3.12.2.6. Picchetti dispersori (eventuali)

I picchetti devono essere collegati tra loro con una corda di rame nudo da 95 mm², interrata ad una profondità compresa tra 0.5÷1 m e collegata ai picchetti con morsetti passanti. La chiusura della maglia può essere realizzata con morsetto di parallelo. I picchetti devono poter essere ispezionati mediante pozzetti di plastica con coperchio.

4. SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI

4.1. RISPONDEZZA A LEGGI E REGOLAMENTI

L'obiettivo richiesto dalle citate leggi e raggiungibile riferendosi alle Norme CEI ed alle Norme UNI. Il rispetto delle prescrizioni riportate in tali norme consente di ottenere opere eseguite a "regola d'arte".

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'azienda distributrice dell'energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VV.FF;
- alle prescrizioni e indicazioni delle compagnie telefoniche.

4.2. PRESCRIZIONI RIGUARDANTI CAVI-CIRCUITI-CONDUTTORI

- Isolamento dei cavi:
i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;
- colori distintivi dei cavi:
i conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 o 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;
- sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse:
- le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 1% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- ✓ 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- ✓ 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per

apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2kW;

- ✓ 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2kW e inferiore o uguale a 3,6kW;
- ✓ 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6kW;

- sezione minima dei conduttori neutri:

la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame);

- sezione dei conduttori di terra e protezione:

la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8:

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm ²)	Cond. protez. facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)	Cond. protez. non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo nel conduttore di fase (mm ²)
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
minore o uguale a 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

Tab. 1- Sezione minima del conduttore di protezione

4.3. SEZIONI MINIME DEL CONDUTTORE DI TERRA

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione riportata all'art.12 del presente disciplinare, con i minimi di seguito indicati: Sezione minima (mm²)

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 (Cu) 16 (Fe)
- non protetto contro la corrosione 25 (Cu) 50 (Fe)

In alternativa ai criteri sopra indicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 9.6.01 delle norme CEI 64-8.

4.4. CAVIDOTTI-CASSETTE DI DERIVAZIONE

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile.

Negli impianti industriali, il tipo di installazione deve essere concordato di volta in volta con l'amministrazione appaltante. Negli impianti in edifici e similari si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi.
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a

secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;

- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette saranno di tipo prefabbricato e nelle condizioni ordinarie di installazione non vi sarà possibile introdurre corpi estranei, dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. E' ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e che ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

Diametro e/Diametro i (mm2)	Sezione dei cavetti (mm2)								
	(0,5)*	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

Tab. 2- Sezione minima del conduttore di protezione

* I valori riportati tra parentesi si riferiscono ai cavi di comando e segnalazione

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovra-riscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa.

4.5. TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 23-17. Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni. In particolare le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

4.6. POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la direzione lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (od i cavi) senza premere e senza fare affondare artificialmente nella sabbia;
- al di sopra del cavo verrà disposta una protezione meccanica per come stabilito dalla norma CEI 11-17;
- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 20 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno cm 30 più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
- seguirà sullo strato di sabbia così disposto, materiale arido;
- nella disposizione del materiale arido di cui sopra, ad una profondità di circa 50 cm dalla generatrice superiore del cavo verrà steso un nastro monitore, per dare indicazioni, sulla profondità del cavo, nel caso sia richiesta manutenzione lungo il cavidotto;
- il rinterro continuerà mediante l'utilizzo di materiale arido, fino al piano di campagna.

4.7. POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONE INTERRATA

Qualora in sede di appalto venga prescritto alla ditta appaltatrice di provvedere anche per la fornitura e posa in opera delle tubazioni, queste avranno forma e costituzione come preventivamente stabilito dall'amministrazione appaltante.

Per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici, circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa ed il rinterro.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,4 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

In prossimità di cambi di direzione e di incroci della linea MT saranno previsti dei pozzetti di derivazione.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a quanto precisato dalle schede tecniche dell'azienda fornitrice.

In sede di appalto, verrà precisato se spetti all'amministrazione appaltante la costituzione dei pozzetti. In tal caso, per il loro dimensionamento, formazione, raccordi, la ditta appaltatrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie.

4.8. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili) deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

4.9. IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI

- a) Elementi di un impianto di terra:

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8 fasc. 668. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

b) Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione:

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_s$$

dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_s è il più elevato tra i valori in ampere delle correnti di intervento in un tempo ≤ 5 secondi dei dispositivi di massima corrente posti a protezione delle singole derivazioni;

- coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq 50/I_d$$

dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_d il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori. Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla società distributrice, la soluzione più affidabile ed in certi casi l'unica che si possa attuare, è quella con gli interruttori

differenziali che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di R_t durante la vita dell'impianto.

c) Protezione mediante doppio isolamento:

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando:

macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: apparecchi di Classe II. In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

d) Protezione delle condutture elettriche:

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 (fasc. 668) cap. VI.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 6.3.02 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante 12t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

In mancanza di specifiche indicazioni sul valore della corrente di cortocircuito, si presume che il potere di interruzione richiesto nel punto iniziale dell'impianto non sia inferiore a:

- 3000 A nel caso di impianti monofasi;
- 4500 A nel caso di impianti trifasi.

4.10. IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

L'amministrazione appaltante preciserà se negli edifici ove debbono venir installati gli impianti elettrici oggetto dell'appalto, dovrà essere prevista anche la sistemazione di parafulmini per la protezione delle scariche atmosferiche. In ogni caso l'impianto di protezione contro i fulmini deve essere realizzato in conformità alle norme CEI 81-1.

Esso è diviso nelle seguenti parti:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base) costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche, limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (ad esempio: tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

L'impianto deve essere realizzato in modo da ridurre a un valore accettabile prestabilito il rischio che il fulmine raggiunga un punto qualsiasi posto all'interno del volume protetto.

4.11. STABILIZZAZIONE DELLA TENSIONE

L'amministrazione appaltante, in base anche a possibili indicazioni da parte dell'azienda elettrica distributrice, preciserà se dovrà essere prevista una stabilizzazione della tensione a mezzo di apparecchi stabilizzatori regolatori, indicando, in tal caso, se tale stabilizzazione e dovrà essere prevista per tutto l'impianto o solo per circuiti da precisarsi, ovvero soltanto in corrispondenza di qualche singolo utilizzatore, pure, al caso da precisarsi

5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE CIVILI ACCESSORIE

5.1. MOVIMENTI TERRA

5.1.1. SCAVI E RINTERRI

Tutti gli scavi e rinterrati occorrenti, provvisori o definitivi, incluse la formazione di cunette, accessi, rampe e passaggi saranno in accordo con i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni della direzione lavori.

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti. Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà reimpiegato in altro processo di produzione oppure avviato a discarica, secondo le disposizioni progettuali. Qualora si rendesse necessario il successivo utilizzo, di tutto o parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo deposito nell'area del cantiere.

Durante l'esecuzione degli scavi sarà vietato, salvo altre prescrizioni, l'uso di esplosivi e, nel caso che la natura dei lavori o le specifiche prescrizioni ne prevedessero l'uso, la direzione lavori autorizzerà, con comunicazione scritta, tali interventi che saranno eseguiti dall'Appaltatore sotto la sua piena responsabilità per eventuali danni a persone o cose e nella completa osservanza della normativa vigente a riguardo.

Qualora fossero richieste delle prove per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'Appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dalla Direzione dei Lavori.

5.1.2. SCAVI DI SBANCAMENTO

Saranno considerati scavi di sbancamento quelli necessari per le sistemazioni del terreno, per la formazione di piani di appoggio per strutture di fondazione e per l'incasso di opere poste al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più basso del terreno naturale o di trincee e scavi preesistenti ed aperti almeno da un lato.

Saranno, inoltre, considerati come sbancamento tutti gli scavi a sezione tale da consentire l'accesso, con rampe, ai mezzi di scavo ed a quelli per il trasporto dei materiali di risulta.

5.1.3. SCAVI PER FONDAZIONI

Saranno considerati scavi per fondazioni quelli posti al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più basso del terreno naturale o di trincee e scavi preesistenti, a pareti verticali e sezione delimitata al perimetro delle fondazioni; verranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per fogne e condutture con trincee a sezione obbligata. Le pareti degli scavi saranno prevalentemente verticali e, se necessario, l'Appaltatore dovrà provvedere al posizionamento di puntelli e paratie di sostegno e protezione, restando pienamente responsabile di eventuali danni a persone o cose provocati da cedimenti del terreno. I piani di fondazione dovranno essere perfettamente orizzontali e la direzione lavori potrà richiedere ulteriori sistemazioni dei livelli, anche se non indicate nei disegni di progetto, senza che l'Appaltatore possa avanzare richieste di compensi aggiuntivi.

Tutti gli scavi eseguiti dall'Appaltatore, per la creazione di rampe o di aree di manovra dei mezzi, al di fuori del perimetro indicato, non saranno computati nell'appalto e dovranno essere ricoperti, sempre a carico dell'Appaltatore, a lavori eseguiti. Negli scavi per condotte o trincee che dovessero interrompere il flusso dei mezzi di cantiere o del traffico in generale, l'Appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, alla creazione di strutture provvisorie per il passaggio dei mezzi e dovrà predisporre un programma di scavo opportuno ed accettato dalla direzione lavori.

Per gli scavi eseguiti sotto il livello di falda su terreni permeabili e con uno strato d'acqua costante fino a 20 cm dal fondo dello scavo, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'estrazione della stessa; per scavi eseguiti a profondità maggiori di 20cm dal livello superiore e costante dell'acqua e qualora non fosse possibile creare dei canali di deflusso, saranno considerati scavi subacquei e computati come tali.

Le suddette prescrizioni non si applicano per gli scavi in presenza d'acqua proveniente da precipitazioni atmosferiche o rotture di condotte e per i quali l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'immediata estrazione dell'acqua ed alla riparazione dei danni eventualmente causati

Tutte le operazioni di rinterro dovranno sempre essere autorizzate dalla direzione lavori.

5.1.4. SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Da eseguire con mezzo meccanico (o, per casi particolari, a mano) in terreni di qualsiasi natura o consistenza, sia sciolti che compatti con resistenza allo schiacciamento fino a 12 N/mm², asciutte o bagnate, anche se miste a pietre, comprese le opere di sicurezza, il carico ed il trasporto a discarica del materiale di risulta inclusa anche l'eventuale selezione di materiale idoneo per rilevati e da depositare in apposita area all'interno del cantiere.

5.1.5. SCAVI PER IMPIANTI DI MESSA A TERRA

- Realizzazione di uno scavo eseguito da mezzo meccanico, con ripristino del terreno (o del manto bituminoso), per la posa in opera di corda di rame per impianti di dispersione di terra e posa del conduttore ad una profondità di almeno 0,50m da eseguire sia su terreno di campagna che su manto bituminoso.
- Realizzazione di uno scavo eseguito a mano, con ripristino del terreno (del manto bituminoso o del selciato), per la posa in opera di corda di rame per impianti di dispersione di terra e posa del conduttore ad una profondità di almeno 0,50m da eseguire sia su terreno di campagna che su manto bituminoso.

5.1.6. RILEVATI

Si considerano rilevati tutte quelle opere in terra realizzate per formare il corpo stradale, le opere di presidio, le aree per piazzali ed i piani di imposta per le pavimentazioni di qualsiasi tipo.

Secondo la natura delle opere da eseguire l'impresa dovrà sottoporre, quando richiesto, alla direzione dei lavori prima il programma e poi i risultati delle indagini geotecniche, delle prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico e tutto quanto necessario a determinare le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e fisico- meccaniche dei terreni di sedime.

Sui campioni indisturbati, semidistrutti o rimaneggiati prelevati nel corso delle indagini si dovranno eseguire un adeguato numero di prove di laboratorio.

Tutte le operazioni per l'esecuzione di rilevati o rinterrati saranno effettuate con l'impiego di materiale proveniente dai depositi provvisori di cantiere o da altri luoghi scelti dall'Appaltatore ed approvati dalla direzione dei lavori, restando tassativamente vietato l'uso di materiale argilloso.

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi dello stesso cantiere o dalle cave di prestito, l'Appaltatore dovrà eseguire anche un'accurata serie di indagini per fornire alla direzione dei lavori una completa documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali.

La preparazione dell'area dove verrà eseguito il rilevato deve prevedere il taglio di eventuali piante, l'estirpazione delle radici, arbusti, etc. ed il loro avvio a discarica oltre alla completa asportazione del terreno vegetale sottostante

I rilevati sono classificati nelle seguenti categorie:

- rilevati di riempimento;
- rilevati stradali;
- rilevati speciali (terre armate).

Nel primo caso (rilevati da riempimento) il materiale dovrà essere steso in strati regolari con densità uniforme e spessore prestabilito compresa la compattazione eventualmente richiesta dalla direzione dei lavori che dovrà essere eseguita per strati di 30 cm di spessore ed i materiali dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio.

Nel secondo caso (rilevati stradali) dovranno essere impiegati solo materiali calcarei o ghiaiosi vagliati nelle dimensioni richieste dalle specifiche tecniche o dalla direzione dei lavori ferma restando la norma che le massime pezzature ammesse per il materiale destinato ai rilevati non superino i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Nel terzo caso (rilevati in terre armate) dovranno essere impiegati solamente i materiali calcarei e ghiaiosi vagliati con setacci medio-piccoli nelle dimensioni specificate dalle norme tecniche o dalla direzione dei lavori; questi materiali dovranno comunque essere esenti da residui vegetali o sostanze organiche. Quando è previsto l'uso di armature metalliche, i materiali da impiegare dovranno avere le seguenti caratteristiche:

assenza di solfuri, solfati solubili in acqua minori di 500 mg/Kg, cloruri minori di 100 mg/Kg, Ph compreso tra 5 e 10 e resistività elettrica superiore a 1.000 ohm/cm per opere in ambiente asciutto e superiore a 3.000 ohm/cm per opere immerse in acqua.

In ogni caso la realizzazione di ciascun tipo di rilevato dovrà prevedere la stesa del materiale eseguita per strati di spessore costante e con modalità tali da evitare fenomeni di segregazione; ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente, lo spessore di ogni singolo strato dovrà essere stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dalla direzione dei lavori.

La compattazione sarà effettuata dopo aver verificato il contenuto di acqua presente nei materiali da utilizzare per il rilevato e che dovrà essere prossimo (+/- 2%) ai livelli ottimali indicati dalle prove di laboratorio per ciascun tipo di materiale impiegato. Tutte le operazioni dovranno essere condotte con gradualità ed il passaggio dei rulli o delle macchine dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso per garantire una completa uniformità.

Nel caso di compattazioni eseguite su aree o parti di terreno confinanti con murature, paramenti o manufatti in genere si dovranno utilizzare, entro una distanza di due metri da questi elementi, piastre vibranti o rulli azionati a mano con le accortezze necessarie a non danneggiare le opere già realizzate. In questi casi potrà essere richiesto, dalla direzione dei lavori, l'uso di 25/50 kg. Di cemento da mescolare per ogni metro cubo di materiale da compattare per ottenere degli idonei livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti già realizzati.

La formazione dei rilevati secondo le specifiche sopraindicate dovrà comprendere:

- la preparazione di adeguate pendenze per favorire il deflusso delle acque meteoriche;
- la profilatura delle scarpate;
- eventuali ricarichi di materiale che si rendessero necessari dopo le operazioni di rullaggio e compattazione dei vari strati;
- le sagomature dei bordi.

5.1.7. RINTERRI

I rinterri o riempimenti di scavi dovranno essere eseguiti con materiali privi di sostanze organiche provenienti da depositi di cantiere o da altri luoghi comunque soggetti a controllo da parte della direzione dei lavori e dovranno comprendere:

- spianamenti e sistemazione del terreno di riempimento con mezzi meccanici oppure a mano;
- compattazione a strati non superiori ai 30 cm. di spessore;
- bagnatura ed eventuali ricarichi di materiale da effettuare con le modalità già indicate.

5.2. MASSICCIATE

La massicciata stradale potrà essere predisposta come sottofondo di preparazione agli strati di conglomerato bituminoso oppure come pavimentazione stradale autonoma senza ulteriore finitura e sarà costituita da pietrisco calcareo con pezzature 40-70 mm con tutte le operazioni di fornitura del pietrisco, la stesa, la cilindratura con rulli da 14 a 18 ton, inclusi gli eventuali ricarichi richiesti durante la cilindratura, l'innaffiamento ed il successivo spandimento ed ulteriore cilindratura anche del pietrisco di saturazione per uno spessore complessivo di 10-15 cm misurati dopo la rullatura.

5.3. OPERE IN CEMENTO ARMATO

I conglomerati cementizi, gli acciai, le parti in metallo dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia e alle prescrizioni richiamate dal presente capitolato per tutte le opere in cemento armato, cemento armato precompresso e strutture metalliche.

Le prescrizioni di cui sopra verranno quindi applicate a tutte le opere e a complessi di opere, omogenee o miste, che assolvono una funzione statica con l'impiego di qualunque tipo di materiale.

Tutte le fasi di lavoro sui conglomerati e strutture in genere saranno oggetto di particolare cura da parte dell'Appaltatore nell'assoluto rispetto delle qualità e quantità previste.

5.3.1. LEGANTI

Nelle opere in oggetto dovranno essere impiegati esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia.

Tutte le forniture di cemento dovranno avere adeguate certificazioni attestanti qualità, provenienza e dovranno essere in perfetto stato di conservazione; si dovranno eseguire prove e controlli periodici ed i materiali andranno stoccati in luoghi idonei.

Tutte le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dal progetto o dalla direzione lavori.

I cementi saranno del tipo:

- cementi normali e ad alta resistenza;
- cementi alluminosi;
- cementi per sbarramenti di ritenuta.

I cementi normali e ad alta resistenza avranno un inizio della presa dopo 45' dall'impasto, termine presa dopo 12 ore e resistenza a compressione e flessione variabili a seconda del tipo di cemento usato e delle quantità e rapporti di impasto.

I cementi alluminosi avranno un inizio presa dopo 30' dall'impasto, termine presa dopo 10 ore e resistenze analoghe ai cementi normali.

I cementi per sbarramenti di ritenuta avranno un inizio presa dopo 45' dall'impasto, termine presa dopo 12 ore e resistenze massime (dopo 90 giorni) di 34 N/mm² (350 Kg/cm²).

5.3.2. INERTI

Gli inerti potranno essere naturali o di frantumazione e saranno costituiti da elementi non friabili, non gelivi e privi di sostanze organiche, argillose o di gesso; saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso. Tutte le caratteristiche, la provenienza e la granulometria saranno soggette alla preventiva approvazione della direzione lavori.

La curva granulometrica dovrà essere studiata in modo tale da ottenere la lavorabilità richiesta alle miscele, in relazione al tipo di impiego e la massima compattezza necessaria all'ottenimento delle resistenze indicate.

5.3.3. SABBIA

La sabbia da usare nelle malte e nei calcestruzzi non dovrà contenere sostanze organiche, dovrà essere di qualità silicea, quarzosa, granitica o calcarea, avere granulometria omogenea e proveniente da frantumazione di rocce con alta resistenza a compressione; la perdita di peso, alla prova di decantazione, non dovrà essere superiore al 2%.

5.3.4. ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche, priva di sali (in particolare cloruri e solfati) e non aggressiva con un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%, quella usata negli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose, in particolare solfati e cloruri in concentrazioni superiori allo 0,5%. È tassativamente vietato l'impiego di acqua di mare per calcestruzzi armati e per le strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

5.3.5. CASSEFORME

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno presentare deformazioni limitate (coerenti con le tolleranze richieste per i manufatti), avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri che dovranno, inoltre, essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo, sia direttamente che mediante getti d'aria, acqua o vapore.

Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30° deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

Le casseforme saranno realizzate in legno, plastica, calcestruzzo e metallo.

5.3.6. CASSEFORME IN LEGNO (TAVOLE)

Saranno costituite da tavole di spessore non inferiore a 25 mm., di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola.

L'assemblaggio delle tavole verrà eseguito con giunti, tra l'una e l'altra, di 1/3 mm. (per la dilatazione) dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto; si dovranno prevedere (per evitare la rottura degli spigoli) listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri. Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

5.3.7. CASSEFORME IN LEGNO

Verranno usati pannelli con spessore non inferiore ai 12 mm., con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti, all'abrasione.

Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

5.3.8. STOCCAGGIO (CASSEFORME)

Il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi.

Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname (estrazione chiodi, raschiamento dei residui di malta, etc.) dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

5.3.9. CASSEFORME METALLICHE

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri (alluminio o magnesio) si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla possibile formazione di coppie galvaniche derivanti dal contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.

Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti, e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata 2
- lamiera sabbiata 10
- lamiera grezza di laminazione oltre i 10.

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.), i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

5.3.10. ARMATURA

Oltre ad essere conformi alle norme vigenti, le armature non dovranno essere ossidate o soggette a difetti e fenomeni di deterioramento di qualsiasi natura.

5.3.11. ACCIAI PER CEMENTO ARMATO

Tali acciai dovranno essere esenti da difetti che possano pregiudicare l'aderenza con il conglomerato e risponderanno alla normativa vigente per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e le strutture metalliche.

Le stesse prescrizioni si applicano anche agli acciai in fili lisci o nervati, alle reti elettrosaldate ed ai trefoli per cemento armato precompresso.

5.3.12. ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

Dovranno essere conformi alla normativa citata al punto precedente ed avere le caratteristiche specifiche per gli acciai per strutture saldate, per getti e per bulloni e piastre di fissaggio.

5.3.13. ADDITIVI

Tutti gli additivi da usare per calcestruzzi e malte (aeranti, acceleranti, fluidificanti, etc.) dovranno essere conformi alla normativa specifica ed alle prescrizioni eventualmente fissate.

Dovranno, inoltre, essere impiegati nelle quantità (inferiori al 2% del peso del legante), secondo le indicazioni delle case produttrici; potranno essere eseguite delle prove preliminari per la verifica dei vari tipi di materiali e delle relative caratteristiche.

5.3.14. DISARMANTI

Le superfici dei casseri andranno sempre preventivamente trattate mediante applicazione di disarmanti che dovranno essere applicabili con climi caldi o freddi, non dovranno macchiare il calcestruzzo o attaccare il cemento, eviteranno la formazione di bolle d'aria, non pregiudichino successivi trattamenti delle superfici; potranno essere in emulsioni, olii minerali, miscele e cere.

Le modalità di applicazione di questi prodotti dovranno essere conformi alle indicazioni delle case produttrici od alle specifiche prescrizioni fissate; in ogni caso l'applicazione verrà effettuata prima della posa delle armature, in strati sottili ed in modo uniforme. Si dovrà evitare accuratamente l'applicazione di disarmante alle armature.

5.3.15. IMPASTI

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

L'impiego di additivi dovrà essere effettuato sulla base di controlli sulla loro qualità, aggressività ed effettiva rispondenza ai requisiti richiesti.

Il quantitativo dovrà essere il minimo necessario, in relazione al corretto rapporto acqua-cemento e considerando anche le quantità d'acqua presenti negli inerti; la miscela ottenuta dovrà quindi rispondere alla necessaria lavorabilità ed alle caratteristiche di resistenza finali previste dalle prescrizioni.

L'impasto verrà effettuato con impianti di betonaggio idonei e tali da garantire l'effettivo controllo sul dosaggio dei vari materiali; l'impianto dovrà, inoltre, essere sottoposto a periodici controlli degli strumenti di misura che potranno anche essere verificati, su richiesta della direzione lavori, dai relativi uffici abilitati.

5.3.16. CAMPIONATURE

Durante tutta la fase dei getti in calcestruzzo, normale o armato, previsti per l'opera, la direzione lavori farà prelevare, nel luogo di esecuzione, campioni provenienti dagli impasti usati nelle quantità e con le modalità previste dalla normativa vigente, disponendo le relative procedure per l'effettuazione delle prove da eseguire ed il laboratorio ufficiale a cui affidare tale incarico.

5.3.17. GETTO DEL CONGLOMERATO

Prima delle operazioni di scarico dovranno essere effettuati controlli sulle condizioni effettive di lavorabilità che dovranno essere conformi alle prescrizioni previste per i vari tipi di getto.

Durante lo scarico dovranno essere adottati accorgimenti per evitare fenomeni di segregazione negli impasti.

Il getto verrà eseguito riducendo il più possibile l'altezza di caduta del conglomerato ed evitando ogni impatto contro le pareti delle casseforme od altri ostacoli; si dovrà, quindi, procedere gettando, in modo uniforme, per strati orizzontali non superiori a 40 cm. vibrando, contemporaneamente al procedere del getto, le parti già eseguite.

Il getto dovrà essere effettuato con temperature di impasto comprese tra i 5 ed i 30°C e con tutti gli accorgimenti richiesti dalla direzione lavori in funzione delle condizioni climatiche.

5.3.18. RIPRESA DEL GETTO

Il getto andrà eseguito in modo uniforme e continuo; nel caso di interruzione e successiva ripresa, questa non potrà avvenire dopo un tempo superiore (in funzione della temperatura esterna) alle 2 ore a 35°C oppure alle 6 ore a 5°C. Qualora i tempi di ripresa superassero tali limiti si dovranno trattare le zone di ripresa con malte speciali ed accorgimenti indicati dalla direzione lavori.

5.3.19. MATURAZIONE

La normale maturazione a temperatura ambiente sarà effettuata nel rispetto delle ordinarie precauzioni e delle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dalla direzione lavori.

Nel caso di impiego di sistemi di maturazione a vapore del conglomerato si dovranno osservare, nelle varie fasi di preriscaldamento, riscaldamento e raffreddamento le seguenti prescrizioni:

5.3.20. DISARMO

Per i tempi e le modalità di disarmo si dovranno osservare tutte le prescrizioni previste dalla normativa vigente e le eventuali specifiche fornite dalla direzione lavori; in ogni caso il disarmo dovrà avvenire per gradi evitando di introdurre, nel calcestruzzo, azioni dinamiche e verrà eseguito dopo che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore richiesto.

5.3.21. ACCIAIO

Tutti i materiali in acciaio usati per la realizzazione di opere in cemento armato o strutture metalliche dovranno avere caratteristiche conformi alle prescrizioni della normativa vigente, certificate da idonei documenti di accompagnamento e confermate dalle prove fatte eventualmente eseguire dalla direzione lavori presso laboratori riconosciuti.

Tutte le armature metalliche dovranno essere tagliate a misura, sagomate e poste in opera comprese le legature di filo di ferro, i distanziatori, eventuali sfidi, sovrapposizioni anche se non chiaramente espresse negli elaborati esecutivi ma richieste dalla normativa vigente.

5.3.22. LEGANTI IDRAULICI

Sono considerati leganti idraulici:

- cementi normali e ad alta resistenza
- cemento alluminoso

cementi per sbarramenti di ritenuta

- agglomerati cementizi
- calci idrauliche.

Le caratteristiche, le modalità di fornitura, il prelievo dei campioni, la conservazione e tutte le operazioni relative ai materiali sopracitati, dovranno essere in accordo alla normativa vigente.

I cementi pozzolanici verranno impiegati per opere in contatto con terreni gessosi, acque saline o solfatate; i cementi d'alto forno dovranno essere impiegati per pavimentazioni stradali, per opere in contatto con terreni gessosi, per manufatti dove è richiesto un basso ritiro e non dovranno, invece, essere impiegati per strutture a vista.

I cementi bianchi dovranno corrispondere alle prescrizioni della normativa indicata, avere caratteristiche di alta resistenza e verranno impiegati, mescolandoli a pigmenti colorati, per ottenere cementi colorati.

I cementi alluminosi verranno impiegati per getti subacquei, per getti a bassa temperatura e per opere a contatto con terreni ed acque chimicamente o fisicamente aggressive.

5.3.23. MALTE CEMENTIZIE

Le malte cementizie da impiegare come leganti delle murature in mattoni dovranno essere miscelate con cemento "325" e sabbia vagliata al setaccio fine per la separazione dei corpi di maggiori dimensioni; lo stesso tipo di cemento (e l'operazione di pulitura della sabbia) dovrà essere impiegato per gli impasti realizzati per intonaci civili.

Le malte da utilizzare per le murature in pietrame saranno realizzate con un dosaggio inferiore di cemento "325" per ogni mc. di sabbia. L'impasto dovrà, comunque, essere fluido e stabile con minimo ritiro ed adeguata resistenza.

Tutte le forniture di cemento dovranno avere adeguate certificazioni attestanti qualità, provenienza e dovranno essere in perfetto stato di conservazione; si dovranno eseguire prove e controlli periodici ed i materiali andranno stoccati in luoghi idonei.

Tutte le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dal progetto o dalla direzione lavori.

I cementi saranno del tipo:

- cementi normali e ad alta resistenza;
- cementi alluminosi;

I cementi normali e ad alta resistenza avranno un inizio della presa dopo 45' dall'impasto, termine presa dopo 12 ore e resistenza a compressione e flessione variabili a seconda del tipo di cemento usato e delle quantità e rapporti di impasto.

I cementi alluminosi avranno un inizio presa dopo 30' dall'impasto, termine presa dopo 10 ore e resistenze analoghe ai cementi normali.

5.3.24. DOSAGGI

I dosaggi ed i tipi di malta cementizia saranno quelli elencati di seguito:

- malta cementizia con sabbia vagliata e lavata e cemento "325" nelle quantità di:
- 300 kg. di cemento/mc. sabbia per muratura in pietrame
- 400 kg. di cemento/mc. sabbia per muratura in mattoni
- 600 kg. di cemento /mc. di sabbia per lavorazioni speciali;
- malta bastarda formata da mc. 0,35 di calce spenta in pasta e kg. 100 di cemento a lenta presa.

5.4. OPERE IN ACCIAIO ED ALTRI METALLI

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità queste verranno rifinite con smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere le sollecitazioni, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori. Tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità.

Le bullonature che verranno eseguite, dopo un'accurata pulizia, saranno effettuate con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso. Per essi, le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica.

Le chiodature saranno realizzate, laddove occorrenti, con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere, inoltre, effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno, infine, applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'Appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Le caratteristiche dei materiali in acciaio e ferrosi in genere, sono fissate dalle specifiche riportate di seguito.

5.4.1. FERRO- ACCIAIO

I materiali ferrosi da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, profilatura e simili.

Le caratteristiche degli acciai per barre lisce e ad aderenza migliorata, per reti elettrosaldate, fili, trecce, trefoli, strutture metalliche, lamiere e tubazioni dovranno essere in accordo con la normativa vigente.

5.4.2. ACCIAI

Saranno definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio; le classi e le caratteristiche relative saranno stabilite dalle norme già citate alle quali si rimanda per le specifiche riguardanti le qualità dei vari tipi e le modalità delle prove da eseguire.

5.4.3. ACCIAIO INOSSIDABILE

Presenta un contenuto di cromo superiore al 12% ed elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione; dovrà essere conforme alle norme citate.

5.4.4. ALLUMINIO E LEGHE

Tutti i prodotti in alluminio saranno conformi alla normativa indicata.

I profilati e trafilati saranno forniti, salvo diversa prescrizione, in alluminio primario, dovranno avere sezione costante, superfici regolari ed essere esenti da imperfezioni.

Le lamiere non dovranno presentare tracce di riparazioni o sdoppiature.

Per l'alluminio anodizzato, ogni strato di ossido anodico verrà indicato come: ottico, brillante, satinato, vetroso, etc. oltre ad un numero per lo spessore e l'indicazione del colore.

