



REGIONE BASILICATA



PROVINCIA DI MATERA



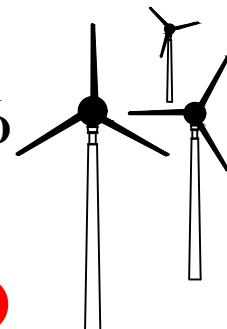
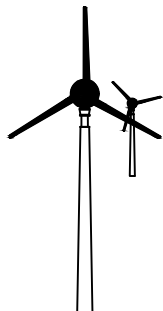
COMUNE DI SALANDRA



COMUNE DI FERRANDINA

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DELLE OPERE E DELLE INFRASTRUTTURE CONNESSE, DENOMINATO "TORRICELLI"

DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI SALANDRA (MT) E FERRANDINA (MT), DI POTENZA PARI A 31 MW ACCOPPIATO AD UN SISTEMA DI ACCUMULO PARI A 8 MW



PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE:



EDPR BASILICATA S.R.L.

SVILUPPO:



enerplus s.r.l.
Via Orefici, 18
85055 Picerno (PZ)

tel. 0971 991428
enerplus@tiscali.it
P.lva 01679060762

PROGETTISTI:



PD
PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI TECNICI

Tavola:

SAL-PDEF-REL-011

Filename:

Data 1° emissione:

Redatto:

Verificato:

Approvato:

Scala:

Protocollo

n° revisione

1
2
3
4

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

INDICE

1. <u>SCOPO</u>	4
2. <u>DESCRIZIONE DEL PROGETTO</u>	4
3. <u>MATERIALI E COMPONENTI</u>	5
3.1. <u>AEROGENERATORI</u>	5
3.1.1. <u>PREMESSA</u>	5
3.1.2. <u>TORRE DI SOSTEGNO</u>	5
3.1.3. <u>ROTORE E PALE</u>	5
3.1.4. <u>SISTEMA DI CONTROLLO</u>	7
3.1.5. <u>IMPIANTO ELETTRICO DEL GENERATORE EOLICO</u>	7
3.2. <u>FONDAZIONI AEROGENERATORI</u>	8
3.3. <u>PIAZZOLE DI COSTRUZIONE</u>	9
3.4. <u>VIABILITÀ DI COSTRUZIONE</u>	9
3.5. <u>PIAZZOLE E VIABILITÀ IN FASE DI RIPRISTINO</u>	10
3.6. <u>CAVIDOTTI MT</u>	10
3.6.1. <u>CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL SISTEMA MT</u>	10
3.6.2. <u>CAVO 30 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI</u>	10
3.6.3. <u>BUCHE E GIUNTI</u>	11
3.6.4. <u>POZZETTI PER LA MESSA A TERRA DEGLI SCHEMI DEI CAVI MT</u>	12
3.6.5. <u>CARATTERISTICHE DELLA RETE IN FIBRA OTTICA</u>	12
3.6.5.1. <u>Pozzetti per la Fibra Ottica</u>	12
3.6.6. <u>SEGNALAZIONE DEL CAVIDOTTO</u>	13
3.7. <u>STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA</u>	13
3.7.1. <u>DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA</u>	14
3.7.2. <u>CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTROMECCANICHE</u>	14
3.7.2.1. <u>Complessi di misura per la verifica delle partite commerciali.</u>	14
3.7.2.2. <u>Composizione minima del SPCC</u>	15
3.7.2.3. <u>Composizione minima servizi ausiliari</u>	16
3.7.2.4. <u>Composizione minima dei servizi generali e impianti tecnologici</u>	16
3.7.2.5. <u>Trasformatore AT/MT</u>	16
3.7.2.6. <u>Apparecchiature MT</u>	18
3.7.2.7. <u>Apparecchiature AT</u>	19
3.7.2.8. <u>Carpenteria metallica, conduttori, isolatori e morsetteria</u>	19
3.7.2.9. <u>Impianto di terra</u>	20
3.7.2.10. <u>Cavi BT , MT e AT</u>	21
3.7.3. <u>CARATTERISTICHE TECNICHE CIVILI</u>	21
3.7.3.1. <u>Edificio utente</u>	22
3.7.3.2. <u>Strade e piazzali</u>	22
3.7.3.3. <u>Fondazioni</u>	23
3.7.3.4. <u>Impianti tecnologici</u>	23
3.8. <u>IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE</u>	23
4. <u>SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI</u>	24
4.1. <u>RISPONDE A LEGGI E REGOLAMENTI</u>	24

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

4.2.	<i>PRESCRIZIONI RIGUARDANTI CAVI-CIRCUITI-CONDUTTORI</i>	24
4.3.	<i>SEZIONI MINIME DEL CONDUTTORE DI TERRA</i>	26
4.4.	<i>CAVIDOTTI-CASSETTE DI DERIVAZIONE</i>	26
4.5.	<i>TUBAZIONI PER LE COSTRUZIONI PREFABBRICATE</i>	28
4.6.	<i>POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI</i>	28
4.7.	<i>POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONE INTERRATA</i>	29
4.8.	<i>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI</i>	29
4.9.	<i>impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti</i>	29
4.10.	<i>IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE</i>	32
4.11.	<i>STABILIZZAZIONE DELLA TENSIONE</i>	33
5.	<i>SPECIFICHE TECNICHE OPERE CIVILI ACCESSORIE</i>	33
5.1.	<i>MOVIMENTI TERRA</i>	33
5.1.1.	<i>SCAVI E RINTERRI</i>	33
5.1.2.	<i>SCAVI DI SBANCAMENTO</i>	34
5.1.3.	<i>SCAVI PER FONDAZIONI</i>	34
5.1.4.	<i>SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA</i>	35
5.1.5.	<i>SCAVI PER IMPIANTI DI MESSA A TERRA</i>	35
5.1.6.	<i>RILEVATI</i>	35
5.1.7.	<i>RINTERRI</i>	37
5.2.	<i>MASSICCIATE</i>	38
5.3.	<i>OPERE IN CEMENTO ARMATO</i>	38
5.3.1.	<i>LEGANTI</i>	38
5.3.2.	<i>INERTI</i>	39
5.3.3.	<i>SABBIA</i>	39
5.3.4.	<i>ACQUA</i>	39
5.3.5.	<i>CASSEFORME</i>	40
5.3.6.	<i>CASSEFORME IN LEGNO (TAVOLE)</i>	40
5.3.7.	<i>CASSEFORME IN LEGNO</i>	40
5.3.8.	<i>STOCCAGGIO (CASSEFORME)</i>	41
5.3.9.	<i>CASSEFORME METALLICHE</i>	41
5.3.10.	<i>ARMATURA</i>	41
5.3.11.	<i>ACCIAI PER CEMENTO ARMATO</i>	41
5.3.12.	<i>ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE</i>	42
5.3.13.	<i>ADDITIVI</i>	42
5.3.14.	<i>DISARMANTI</i>	42
5.3.15.	<i>IMPASTI</i>	42
5.3.16.	<i>CAMPIONATURE</i>	43
5.3.17.	<i>GETTO DEL CONGLOMERATO</i>	43
5.3.18.	<i>RIPRESA DEL GETTO</i>	43
5.3.19.	<i>MATURAZIONE</i>	43
5.3.20.	<i>DISARMO</i>	43
5.3.21.	<i>ACCIAIO</i>	44
5.3.22.	<i>LEGANTI IDRAULICI</i>	44

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

5.3.23. <i>MALTE CEMENTIZIE</i>	44
5.3.24. <i>DOSAGGI</i>	45
5.4. <i>OPERE IN ACCIAIO ED ALTRI METALLI</i>	45
5.4.1. <i>FERRO- ACCIAIO</i>	45
5.4.2. <i>ACCIAI</i>	47
5.4.3. <i>ACCIAIO INOSSIDABILE</i>	47
5.4.4. <i>ALLUMINIO E LEGHE</i>	47

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 dell'impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica da realizzarsi nei comuni di Salandra, Ferrandina e Garaguso (MT), costituito da n. 5 aerogeneratori ciascuno della potenza nominale di 6,20 MW per una potenza nominale complessiva di 31,0 MW, integrato ad un sistema di accumulo (Storage – BEES) di potenza pari a 8,0 MW e delle relative opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, tra le quali Stazione elettrica di utenza (SET) costituente impianto d'utenza per la connessione in antenna sulla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata “Garaguso”, ubicata nel Comune di Garaguso (MT).

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione energia rinnovabile da fonte eolica, composto da n°5 aerogeneratori da 6,2MW, per una potenza complessiva di 31,0 MW, del relativo Cavidotto MT di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, connessa in A.T. 150 kV in antenna sulla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata “Garaguso” ubicata nel Comune di Garaguso (MT).

Nello specifico, il progetto prevede:

- n° 5 aerogeneratori SIEMENS – GAMESA SG 6.2-170 – 6,2 MW, tipo tripala diametro 170 m;
- viabilità di accesso, con carreggiata di larghezza pari a 4,50 mt,
- n° 5 piazzole di costruzione, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi, di dimensioni di circa 40x50m. Tali piazzole, a valle del montaggio dell'aerogeneratore, vengono ridotte ad una superficie di circa 20x20m, in aderenza alla fondazione, necessarie per le operazioni di manutenzione dell'impianto.
- una rete di elettrodotto interrato a 30 kV di collegamento interno fra gli aerogeneratori ;
- una rete di elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30 kV di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione di trasformazione 30/150 kV;
- impianto di rete per la connessione da definire in funzione della soluzione tecnica di

connessione.

3. MATERIALI E COMPONENTI

3.1. AEROGENERATORI

3.1.1. PREMESSA

Il progetto prevede l'installazione di n.13 aerogeneratori SIEMENS – GAMESA SG 6.2-170 potenza da 6,2 MW, tipo tripala diametro 170 m altezza misurata al mozzo 135 m, altezza massima 220 m , potenza complessiva dell'impianto pari a 31,0 MW. L'altezza torre si prevede di 135 metri ed è caratterizzata da quattro moduli tronco conici in acciaio ad innesto, I tronconi saranno realizzati in officina quindi trasportati e montati in cantiere.

3.1.2. TORRE DI SOSTEGNO

L'altezza torre si prevede di 135 metri ed è caratterizzata da quattro moduli tronco conici in acciaio ad innesto, I tronconi saranno realizzati in officina quindi trasportati e montati in cantiere. Alla base della torre ci sarà una porta che permetterà l'accesso ad una scala montata all'interno, dotata ovviamente di opportuni sistemi di protezione (parapetti). La torre sarà protetta contro la corrosione da un sistema di verniciatura multistrato. Allo scopo di ridurre al minimo la necessità di raggiungere la navicella tramite le scale il sistema di controllo del convertitore e di comando dell'aerogeneratore saranno sistemati in quadri montati su una piattaforma separata alla base della torre. L'energia elettrica prodotta verrà trasmessa alla base della torre tramite cavi installati su una passerella verticale ed opportunamente schermati. Per la trasmissione dei segnali di controllo alla navicella saranno installati cavi a fibre ottiche. Torri, navicelle e pali realizzati con colori che si inseriscono armonicamente nell'ambiente circostante, fatte salve altre tonalità derivanti da disposizioni di sicurezza.

3.1.3. ROTORE E PALE

Il rotore avrà una velocità di rotazione variabile. Combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi nel contempo alle specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche. Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno. Il mozzo sarà realizzato in

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute.

Durante il funzionamento sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico. Con bassa velocità del vento e a carico parziale il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. La bassa velocità del rotore alle basse velocità è piacevole e mantiene bassi i livelli di emissione acustica. A potenza nominale ed ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante, Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti a doppia corona di rulli a quattro contatti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua ed agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti a quattro contatti tramite un ingranaggio epicicloidale a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso. Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, il carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo del rotore in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini. Oltre a controllare lo potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi, In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. Quando l'aerogeneratore è in posizione di parcheggio le pale del rotore vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre. Tale posizione, viene pertanto attuata in condizioni climatiche di bufera.

3.1.4. SISTEMA DI CONTROLLO

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell'olio, l'usura delle pastiglie dei freni, l'avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell'alimentazione esterna. Tutti i dati possono essere monitorati a distanza in modo da consentirne il telecontrollo e la tele gestione di ogni singolo aerogeneratore.

3.1.5. IMPIANTO ELETTRICO DEL GENERATORE EOLICO

L'impianto elettrico è un componente fondamentale per un rendimento ottimale ed una fornitura alla rete di energia di prima qualità. Il generatore asincrono a doppio avvolgimento consente il funzionamento a velocità variabile con limitazione della potenza da inviare al circuito del convertitore, ed in tal modo garantisce le condizioni di maggior efficienza dell'aerogeneratore. Con vento debole la bassa velocità di inserimento va a tutto vantaggio dell'efficienza, riduce l'emissioni acustiche, migliora le caratteristiche di fornitura alla rete, Il generatore a velocità variabile livella le fluttuazioni di potenza in condizioni di carico parziale ed offre un livellamento quasi totale in condizioni di potenza nominale. Ciò porta a condizioni di funzionamento più regolari dell'aerogeneratore e riduce nettamente i carichi dinamici strutturali, Le raffiche di vento sono "immagazzinate" dall'accelerazione del rotore e sono convogliate gradualmente alla rete. La tensione e la frequenza fornite alla rete restano assolutamente costanti, Inoltre il sistema di controllo del convertitore può venire adattato ad una grande varietà di condizioni di rete e può persino servire reti deboli. Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso. La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, la gestione regolabile della potenza reattiva, la bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche definiscono una fornitura di energia eolica di alta qualità.

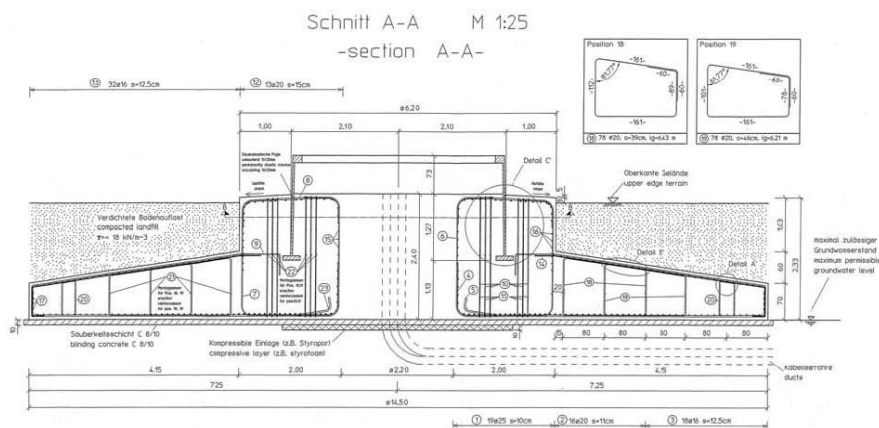
**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

La bassa potenza di cortocircuito permette una migliore utilizzazione della capacità di rete disponibile e può evitare costosi interventi di potenziamento della rete. Grazie alla particolare tecnologia delle turbine previste, non sarà necessaria la realizzazione di una cabina di trasformazione BT/MT alla base di ogni palo in quanto questa è già alloggiata all'interno della torre d'acciaio; il trasformatore BT/MT con la relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, a base torre. Per la Rete di media tensione è stato individuato un trasformatore; il gruppo sarà collegato alla rete di media tensione attraverso pozzetti di linea per mezzo di cavi posati direttamente in cavidotti interrati convenientemente segnalati.

3.2. FONDAZIONI AEROGENERATORI

Generalmente per l'installazione dell'aerogeneratore è sufficiente realizzare un plinto di fondazione in cemento armato. I risultati dei sondaggi geologico-geotecnici consentiranno di stabilire, comunque, i casi in cui sia necessario prevedere delle fondazioni in cui il plinto sia collegato a pali di diametro opportuno. Il dimensionamento finale delle fondazioni sarà effettuato in funzione dei risultati ottenuti dalle indagini geologiche/geotecniche eseguite in sito, nonché dalle prescrizioni richieste dalla ditta fornitrice degli aerogeneratori. La torre in acciaio dell'aerogeneratore, a sezione tubolare, viene resa solidale alla fondazione con l'uso di tirafondi metallici ancorati nel getto che garantiscono l'incastro del tronco di base della torre all'interno del "bicchiere" del plinto. La fondazione viene ricoperta di terreno naturale, operazione che permette il ripristino parziale del luogo alle condizioni ante operam.

Le fondazioni saranno formate da un basamento inferiore e da un dado superiore in cls armato, impostati ad una profondità indicativa di 2 ÷ 3 m dal piano di campagna.



Le fondazioni degli aerogeneratori, in cemento armato verranno posizionate sotto il piano campagna per mt 1,5 così come richiesto dalle linee guida regionali. In entrambi i casi le fondazioni saranno formate da un basamento inferiore quadrato e da un dado superiore in cls armato, impostati ad una profondità indicativa di 2,5 - 3,0 m dal piano di campagna. Nelle fondazioni indirette saranno presenti adeguati pali al di sotto del basamento inferiore. L'area del basamento inferiore varierà indicativamente tra i 200 e i 300 m², in funzione delle caratteristiche dell'aerogeneratore e del terreno.

3.3. PIAZZOLE DI COSTRUZIONE

Il montaggio dell'aerogeneratore richiede la predisposizione di aree di dimensioni e caratteristiche opportune, necessarie per accogliere temporaneamente sia i componenti delle macchine (elementi della torre, pale, navicella, mozzo, etc.) che i mezzi necessari al sollevamento dei vari elementi. In corrispondenza della zona di collocazione della turbina si realizza una piazzola provvisoria, delle dimensioni come di seguito riportate, diverse in base all'orografia del suolo e alle modalità di deposito e montaggio della componentistica delle turbine, disposta in piano e con superficie in misto granulare, quale base di appoggio per le sezioni della torre, la navicella, il mozzo e l'ogiva. Lungo un lato della piazzola, su un'area idonea, si prevede area stoccaggio blade, in seguito calettate sul mozzo mediante una idonea gru, con cui si prevede anche al montaggio dell'ogiva, Il montaggio dell'aerogeneratore (cioè, in successione, degli elementi della torre, della navicella e del rotore) avviene per mezzo di una gru tralicciata, posizionata a circa 25 – 30 m dal centro della torre e precedentemente assemblata sul posto; si ritiene pertanto necessario realizzare uno spazio idoneo per il deposito degli elementi del braccio della gru tralicciata. Parallelamente a questo spazio si prevede una pista per il transito dei mezzi ausiliari al deposito e montaggio della gru, che si prevede coincidente per quanto possibile con la parte terminale della strada di accesso alla piazzola al fine di limitare al massimo le aree occupate durante i lavori. Le dimensioni planimetriche massime delle singole piazzole sono circa 40 x 50 m.

3.4. VIABILITÀ DI COSTRUZIONE

La viabilità interna sarà costituita da una serie di strade e di piste di accesso che consentiranno di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno collocati gli aerogeneratori.

Tale viabilità interna sarà costituita sia da strade già esistenti che da nuove strade appositamente realizzate.

Le strade esistenti verranno adeguate in alcuni tratti per rispettare i raggi di curvatura e l'ingombro trasversale dei mezzi di trasporto dei componenti dell'aerogeneratore. Tali

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

adeguamenti consisteranno quindi essenzialmente in raccordi agli incroci di strade e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza, per la cui esecuzione sarà richiesta l'asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale e la sua sostituzione con uno strato di misto granulare stabilizzato. Le piste di nuova costruzione avranno una larghezza di 4,5 m e su di esse, dopo l'esecuzione della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile, quindi verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 50 cm e infine uno strato superficiale di massiciata dello spessore di 10 cm. Verranno eseguite opere di scavo, compattazione e stabilizzazione nonché riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo atto a sostenere i carichi dei mezzi eccezionali nelle fasi di accesso e manovra. La costruzione delle strade di accesso in fase di cantiere e di quelle definitive dovrà rispettare adeguate pendenze sia trasversali che longitudinali allo scopo di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori. A tal fine le strade dovranno essere realizzate con sezione a pendenza con inclinazione di circa il 2%.

3.5. PIAZZOLE E VIABILITÀ IN FASE DI RIPRISTINO

A valle del montaggio dell'aerogeneratore, tutte le aree adoperate per le operazioni verranno ripristinate, tornando così all'uso originario, e la piazzola verrà ridotta per la fase di esercizio dell'impianto ad una superficie di circa 400 mq oltre l'area occupata dalla fondazione, atte a consentire lo stazionamento di una eventuale autogru da utilizzarsi per lavori di manutenzione. Le aree esterne alla piazzola definitiva, occupate temporaneamente per la fase di cantiere, verranno ripristinate alle condizioni iniziali.

3.6. CAVIDOTTI MT

3.6.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL SISTEMA MT

Tensione nominale di esercizio (U)	30 kV
Tensione massima (Um)	36 kV
Frequenza nominale del sistema	50 Hz
stato del neutro	isolato
Massima corrente di corto circuito trifase	(1)
Massima corrente di guasto a terra monofase e durata	(1)

Note:

(1) da determinare durante la progettazione esecutiva elettrica dei sistemi elettrici.

3.6.2. CAVO 30 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI

Tensione di esercizio (Ue) 30 kV

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

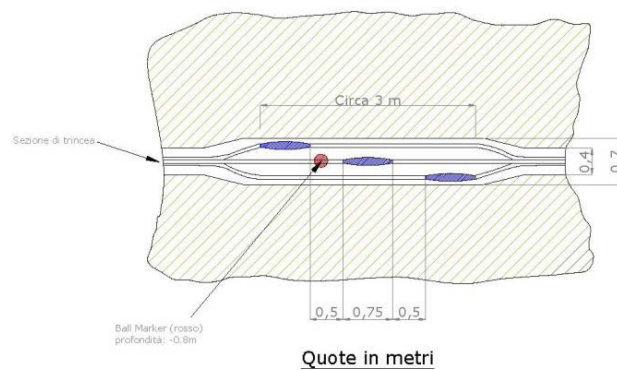
Tipo di cavo Cavo MT unipolare schermato con isolamento estruso, riunito ad elica visibile Note:

Sigla di identificazione	ARG7H1(AR)E (x)	
Conduttori	Alluminio	
Isolamento	Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)	
Schermo	filo di rame	
Guaina esterna	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici	
Potenza da trasmettere	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici	
Sezione conduttore	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici	
Messa a terra delle guaina	Da definire durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici	
Tipo di posa	Direttamente interrato	

3.6.3. BUCHE E GIUNTI

Nelle buche giunti si prescrive di realizzare una scorta sufficiente a poter effettuare un eventuale nuovo giunto (le dimensioni della buca giunti devono essere determinate dal fornitore in funzione del tipo di cavo MT utilizzato ed in funzione delle sue scelte operative).

Nella seguente figura si propone un tipico in cui si evidenzia il richiesto sfasamento dei giunti di ogni singola fase.



Sono prescritte le seguenti ulteriori indicazioni:

- Il fondo della buca giunti, deve garantire che non vi sia ristagno di acqua piovana o di corruzione; se necessario, le buche giunti si devono posizionare in luoghi appositamente studiati per evitare i ristagni d'acqua. Gli strati di ricoprimento sino alla quota di posa della protezione saranno eseguiti come nella sezione di scavo;
- La protezione, che nella trincea corrente può essere in PVC, nelle buche giunti deve essere sostituita da lastre in cls armato delle dimensioni 50 X 50 cm e spessore minimo pari a cm 4, dotate di golfari o maniglie per la movimentazione. Tutta la superficie della buca giunti deve essere "ricoperta" con dette lastre. Gli starti superiori di ricoprimento saranno gli stessi

descritti per la sezione corrente in trincea;

- Segnalamento della buca giunti con le “ball marker”.

3.6.4. POZZETTI PER LA MESSA A TERRA DEGLI SCHEMI DEI CAVI MT

Si dovrà prevedere un pozzetto in corrispondenza dei giunti in cui è richiesta la commutazione degli schermi; all'interno del pozzetto dovranno convergere le fruste isolate degli schermi dei cavi e la corda nuda di rame della messa a terra. La dimensione minima raccomandata dei pozzetti è di 80 X 80 cm, in calcestruzzo mentre la chiusura sarà realizzata con un chiusino in ghisa della classe D400. I pozzetti devono poi essere riempiti di sabbia sino alla quota del chiusino stesso. I pozzetti dovranno essere opportunamente drenati per evitare il ristagno di acqua e devono essere rinfiancati con calcestruzzo per garantire l'assenza di cedimenti.

3.6.5. CARATTERISTICHE DELLA RETE IN

FIBRA OTTICA I cavi in fibra ottica dovranno

essere:

- monomodali 9/125 μm , con numero di fibre ≥ 12
- multitubetto
- con guaina protettiva, protezione antiroditore ed anticorrosione (armatura in fibra di vetro).

Dopo la posa il cavo dovrà essere testato (ad entrambe le lunghezze d'onda 1310 nm e 1550 nm) con entrambi i seguenti metodi:

- OLTS (Optical loose test) per entrambe le lunghezze d'onda ed entrambe le direzioni
- OD'TR bidirezionale (Optical Time Domain Reflectometer) al fine di documentare la curva di attenuazione e le attenuazioni nei punti “singolari” (splice boxes, patch panels, giunzioni, curve..)

3.6.5.1. Pozzetti per la Fibra Ottica

I pozzetti che dovranno essere installati lungo la tratta del cavidotto di nuova realizzazione devono avere le dimensioni minime raccomandate di 80 X 80 cm. I pozzetti dovranno essere opportunamente drenati per evitare il ristagno di acqua e devono essere rinfiancati con calcestruzzo per garantire l'assenza di cedimenti. I chiusini, se posati su sede stradale, devono essere omologati in classe D 400, mentre se installati a bordo strada possono essere in classe B 125.

Dopo la giunzione della FO, i pozzetti devono essere ricoperti completamente di sabbia sino alla quota del chiusino.

I tritubi non utilizzati devono essere tappati con gli adeguati tappi, mentre la tubazione utilizzata per la FO deve avere la cuffia in gomma morbida come terminazione. In sede di costruzione sarà necessario verificare eventuali prescrizioni particolari rilasciate dagli enti relative alla posa dei pozzetti.

3.6.6. SEGNALAZIONE DEL CAVIDOTTO

Tutto il percorso del cavidotto, una volta posato, dovrà essere segnalato con apposite paline di segnalazione installate almeno ogni 250 m. La palina dovrà contenere un cartello come quello sotto riportato e con le seguenti informazioni:

- Cavi interrati 30 kV con simbolo di folgorazione;
- Il nome della proprietà del cavidotto;
- La profondità e la distanza del cavidotto dalla palina.

La posizione delle palina sarà individuate dopo l'ultimazione dei lavori ma si può ipotizzare l'installazione di una palina ogni 250 metri. Il palo su cui installare il cartello sarà un palo di diametro $\Phi 50$ mm, zincato a caldo dell'altezza fuori terra di minimo 1,50 m, installato con una fondazione in cls delle dimensioni 50X50X50 cm.

Di seguito si riporta una targa tipica di segnalazione utilizzata (ovviamente da personalizzare al progetto).



3.7. STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

La stazione elettrica di utenza già esistente è completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario), risulta ubicata sulle particelle n°388 e 392 del foglio 47 Comune di Garaguso (MT).

L'energia prodotta prima di essere immessa in rete viene elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore trifase di potenza AT/MT 150/30 kV; P_n = 60/65 MVA.

Il quadro all'aperto della SE AT/MT è composto da:

- stallo AT;
- trasformatore AT/MT;
- un edificio quadri comandi e servizi ausiliari.

La posizione dell'edificio quadri consente di agevolare l'ingresso dei cavi MT nella stazione e sarà di dimensione adeguate nel rispetto delle leggi vigenti e rispettive regole tecniche.

3.7.1. DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA

La stazione elettrica di utenza è composta da un montante arrivo cavo AT, un sistema di sbarre principale e tre montanti trasformatori 150/30kV.

I montanti sono essenzialmente equipaggiati come segue:

- Montante Arrivo Cavo AT da sezione 150 kV della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV di Garaguso costituito da:
 - ✓ Nr. 1 Terminale cavo con scaricatore
 - ✓ Nr. 3 trasformatori di tensioni induttivo
 - ✓ Nr. 1 sezionatore tripolare
 - ✓ Nr. 1 interruttore tripolare
 - ✓ Nr. 3 Trasformatori di corrente
 - ✓ Nr. 3 Isolatori unipolari con sostegno
- Sistema sbarre principale
 - ✓ Nr. 15 isolatori unipolari
- Nr. 3 montanti trafo AT/MT (di cui due di altro produttore); in particolare il montante afferente alla presente iniziativa risulta composto da:
 - ✓ Nr. 1 Sezionatore tripolare rotativo orizzontale con lame di terra
 - ✓ Nr. 1 Trasformatori di tensione
 - ✓ Nr. 1 Interruttore tripolare
 - ✓ Nr. 1 Trasformatore di corrente
 - ✓ Nr. 3 Isolatori unipolari con sostegno
 - ✓ Nr. 3 Scaricatori di sovratensioni
 - ✓ Nr. 1 trasformatore ONAN/ONAF – 30/150KV – 80/100

MVA – con isolamento in olio La stazione elettrica di utenza è inoltre dotata di:

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

3.7.2. CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTROMECCANICHE

3.7.2.1. Complessi di misura per la verifica delle partite commerciali.

In conformità a quanto definito dall'AEEGSI, Terna – Unità Metering sarà responsabile della raccolta, validazione e registrazione delle misure necessarie per la valorizzazione dell'energia attiva immessa e prelevata sulla RTN.

Al fine di garantire in ogni momento la separazione fiscale delle rispettive misure utente, sia che la misurazione venga effettuata sul quadro AT all'aperto sia che Terna – Unità Metering possa acconsentire ad una misura in MT, ciascuna Parte, a propria cura e spese, installerà un proprio distinto sistema di misurazione fiscale.

L' Impianto è conforme a quanto stabilito dalle vigenti Norme CEI e a quanto previsto nel Codice di Rete in merito all'accesso alla RTN.

3.7.2.2. Composizione minima del SPCC

Il sistema scelto per la protezione, il comando e controllo dell'Impianto di Utenza apparterrà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni di acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione sarà costituito da:

1. Sezione lato AT stallo e sezione protezioni lato AT/MT Trasformatore e reg. tensione AT
 - Protezioni lato AT a microprocessore 50-51-51N-27-59-81
 - Protezioni lato AT/MT a microprocessore differenziale 87T
 - Regolatori automatici di tensione
2. Predisposizione per protezioni lato MT
 - protezioni lato MT a microprocessore 50-51-51N-67N per arrivo dal trasformatore di potenza
 - protezioni lato MT a microprocessore 50-51-51N-67N per partenza feeder
 - protezioni lato MT a microprocessore 50-51-51N per unità congiunte
3. sezione Sinottico, comando di stazione, metering
 - n. 1 pannello sinottico costituito da n.1 piastra serigrafata con riportato lo schema dell'impianto a 5 colori e con montato e connesso le seguenti apparecchiature:
 - dispositivi per la misura di tensione, corrente, potenza (attiva e reattiva), etc.
 - micromanipolatori per comando apparecchiature AT ed MT, con segnalazione di posizione ed accessori
 - sistema di misura e relativi accessori, sistema di trasmissione misure di energia teleleggibile su specifiche TERNA, sezione trasmissione dati/sistemi TLC
 - sistema di protezione comando, controllo e monitoraggio al fine di consentire service e reperibilità 24h su 24h, compreso sistema di telecomunicazione con Terna e gestione distacco carico dalla rete

3.7.2.3. Composizione minima servizi ausiliari

La composizione minima dei servizi ausiliari che prevedranno una alimentazione esterna in MT e una interna, in BT, derivante dalle celle MT stesse del campo Fotovoltaico, tramite TR MT/bt prevede la seguente configurazione minima:

- Armadi e quadri MT
- Trasformatori MT/BT
- Gruppo elettrogeno
- Armadi BT Servizi Ausiliari in corrente alternata
- Armadi BT Servizi Ausiliari in corrente continua
- Armadi Raddrizzatori
- Armadi Batterie
- Quadri BT Servizi Ausiliari

3.7.2.4. Composizione minima dei servizi generali e impianti tecnologici Servizi Generali (SG) di stazione comprendente:

- Armadi di distribuzione dell' energia elettrica per illuminazione normale ed emergenza, per FM etc.
- Sistema di illuminazione esterna dell'impianto
- paline di illuminazione
- Armadi di confine

MC/TP o equivalente Servizi

Tecnologici (ST) di stazione

comprendente:

- Armadi e Quadri di distribuzione energia elettrica per illuminazione, condizionamento ecc.
- Impianto di illuminazione) Impianto F.M.
- Sistema di rivelazione di fumi/incendio
- Impianto di climatizzazione
- Impianto Antintrusione
- Rete Lan

3.7.2.5. Trasformatore AT/MT

Il trasformatore trifase 60/65 MVA – con isolamento in olio minerale, sono del tipo in olio per trasmissione in alta tensione, con tensione primaria 150 KV e secondaria 30 kV, sono costruiti secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore. Gli avvolgimenti sono realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è stato corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione. Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici è del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria).

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori, gli isolatori passanti sono in porcellana. La macchina è riempita con olio minerale esente da PCB. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 55/60 t. Il collegamento delle fasi AT/MT è gruppo tipo stella/triangolo (YN,d11).

“All'interno della stazione è stata prevista l'installazione fissa di Trasformatore di potenza, con presenza di liquido isolante combustibile in quantità superiore a 1 mc; La suddetta attività è individuata al Punto 48 dell'allegato I al Decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151: " Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m3 ,in particolare trattasi di attività 48.1.B.”

La macchina elettrica è installata su apposita fondazione all'aperto alla stessa quota della strada di ingresso dell'impianto. Come previsto da normativa, la macchina è provvista di un adeguato sistema di contenimento nel caso di fuoriuscita del liquido isolante, opportunamente dimensionato al fine di contenere completamente la quantità di olio contenuta all'interno della stessa. La vasca di raccolta dell'olio è unica per ogni trasformatore installato ed è stata realizzata in modo tale da contenere interamente il liquido contenuto nel trasformatore. La vasca è dotata di uno strato di ghiaia con granulosità pari a circa 40-60 mm e ad altezza 400 mm al fine di consentire l'estinzione della fiamma eventualmente in propagazione con l'olio isolante in fuoriuscita. Le pareti della vasca sono in c.a., interamente impermeabili e rivestite in modo che il liquido fuoriuscito dal trasformatore in seguito a guasto o incendio non filtri nel terreno andando ad interessare eventuali falde presenti nel sottosuolo. La quantità di olio contenuta all'interno del trasformatore è di circa 10 mc, la capacità della vasca di raccolta come da progetto è di 25 mc.

Quale ulteriore sistema di protezione, nel caso di fuoriuscita di liquido durante gli eventi meteorici, è stata prevista in progetto l'installazione di un adeguato sistema di contenimento costituito, per ogni trasformatore, da un serbatoio di accumulo interrato in acciaio zincato di capacità 20mc, rivestito esternamente in vetroresina, collegati tramite un sistema dedicato di tubazioni, alla fondazione delle macchine di trasformazione e costituisce un punto di raccolta di acqua meteorica ed olio. La funzione del serbatoio di raccolta in condizioni di guasto con fuoriuscita d'olio è quella di raccogliere l'olio in un involucro stagno per il successivo recupero con ditta specializzata. I liquidi, acqua/olio provenienti dai trasformatori, sono immessi ad una estremità del serbatoio, mentre la fuoriuscita dell'acqua avviene per il principio di vasi comunicanti in un pozzetto collegato alla rete di scarico delle acque meteoriche.

Il serbatoio è stato scelto tenendo conto delle seguenti ipotesi:

- guasto del trasformatore con fuoriuscita totale dell'olio contenuto nello stesso;
- guasto del trasformatore contemporaneo a precipitazione atmosferica di eccezionale rilevanza;
- tempo massimo intervento della ditta specializzata per il recupero olio ed esecuzione della bonifica del sito pari a 24 h.

Gli accorgimenti adottati e l'installazione delle apparecchiature impediscono l'immissione, nella rete di smaltimento, di acque inquinate da olio, infatti, è garantito un livello minimo dell'acqua presente in vasca al fine di consentire la separazione gravimetrica dell'olio dall'acqua meteorica, in caso di mescolamento dei due liquidi, ed evitare così la fuoriuscita d'acqua inquinata.

3.7.2.6. Apparecchiature MT

Il quadro di distribuzione generale delle alimentazioni MT della stazione è del tipo in lamiera zincata, con porte e pannelli frontali verniciati in grigio RAL 7035; tutti gli scomparti che compongono il quadro MT sono del tipo a tenuta di arco interno, al fine di garantire ulteriormente la sicurezza del personale, inoltre, ognuno di esso è predisposto con interblocchi di sicurezza che garantiscono la sicurezza delle manovre. Gli scomparti, sono predisposti per alloggiare al loro interno le apparecchiature MT che necessitano per l'esercizio dell'impianto, di seguito sono elencate le principali caratteristiche degli scomparti utilizzati:

- Sbarre Omnibus da 1250 A.
- Struttura metallica con isolamento a 24 kV e tenuta a 16 kA
- Interruttore motorizzato generale in SF6 - 24 kV, fisso.
- Interruttore di manovra sezionatore con fusibili estraibili.
- Interruttore linea e batteria rifasamento in SF6 A.
- Sezionatore d'isolamento lato sbarre.

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

- Sezionatore di messa a terra lato cavi.
- Derivatori capacitivi per segnalazione presenza tensione.
- Trasformatori di corrente.
- Trasformatori di tensione.
- Batteria di condensatori di rifasamento in accordo agli standard normativi IEC 60871.
- Contatti ausiliari per segnalazioni.

Gli interruttori MT sono tutti manovrabili a distanza al fine di garantire la sicurezza degli operatori tutti gli interruttori sono associati ad un sistema di protezione a microprocessore.

3.7.2.7. Apparecchiature AT

Le caratteristiche principali delle apparecchiature ed il macchinario AT, della stazione di trasformazione, sono dimensionati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della rete a 150 kV e risultano dagli schemi unifilari allegati. Si riporta elenco apparecchiature linea sbarre AT 150 kV e montante trafo:

- Scaricatori di sovratensione ad ossido metallico senza spinterometro;
- Apparecchiatura prefabbricata in involucro metallico di tipo monostallo aria- cavo), con isolamento in gas, per tensione nominale 170 kV, composta dalle seguenti apparecchiature:
 - ✓ Interruttore tripolare in SF6 170kV - 1250 A – 31,5 kA con comando elettrico tripolare.
 - ✓ sezionatori tripolari C.L.T. e S.L.T .in SF6 170 kV – 1250 A con comando elettrico e manuale.
 - ✓ trasformatori di corrente (TA) 170 kV toroidali, per installazione su passante o su cavo, rapp. 400- 800/1 A; 15 VA; cl.5P30
 - ✓ trasformatori di tensione capacitivi (TV) 170 kV
 - ✓ trasformatori di tensione induttivo (TV) 170 kV rapp. 150.000/V3/100V3; 15VA; cl.0,2.
 - ✓ Isolatori passanti SF6 - aria e SF6 - cavo AT 170 kV, tensione nominale di tenuta di breve durata a f.i. kVrms 325; tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico kVp 750; salinità di tenuta(alla tensione di 95 kV per Vn 170 kV.
- Terminali cavi AT.

3.7.2.8. Carpenteria metallica, conduttori, isolatori e morsetteria

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione sono del tipo tubolare e tralicciato. Il tipo tubolare è stato utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

sbarre e degli isolatori per i collegamenti ad alta tensione, mentre quello tralicciato è stato utilizzato per i sostegni porta terminali aereo/cavo.

Tutti i sostegni sono rispondenti alle seguenti Norme e Decreti:

- CEI 11-1 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
- CEI 11-4 – Esecuzione delle linee elettriche esterne
- D.M. 21 Marzo 1998 – Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle linee elettriche aeree esterne
- D.M. 17 Gennaio 2018 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- UNI EN 1090-1 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 1 Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2 Requisiti Tecnici per strutture di acciaio

Tutti i materiali per la costruzione dei sostegni sono individuati tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l'esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso è zincato a caldo secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6.

Tutti i sostegni sono completi di tutti gli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4. Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti verranno realizzati in porcellana e saranno conformi alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168. L'altezza degli isolatori è pari a 1500 mm, la lunghezza della linea di fuga è pari a 2300 o 3350 mm in funzione della salinità di tenuta (rispettivamente 14 o 56 g/l).

La morsetteria AT di stazione è conforme alle Norme CEI EN 61284 e comprende tutti i pezzi adottati per le connessioni delle sbarre, per le connessioni tra le apparecchiature e per quelle tra le apparecchiature e le sbarre, nonché quelli necessari per gli amarrati di linea. La morsetteria è dimensionata per le correnti di breve durata definite.

3.7.2.9. Impianto di terra

L'impianto di terra dimensionato in accordo alla Norma CEI 11-1, sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame e dimensionato termicamente per la corrente di 31,5 kA, per una durata di 0.5 s.

Per il suo progetto si prevede:

- dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della

Norma CEI 11-1.

La rete magliata di conduttori è stata realizzata in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (sostegni, TA, TV, scaricatori) le dimensioni delle maglie sono state opportunamente ridotte.

3.7.2.10. Cavi BT , MT e AT

I Cavi saranno posati all'interno di cavidotti in PEAD posati a quota $-50 \div -70$ 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 \varnothing 200mm.

I cavi MT 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 $-100 \div -120$ 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. I cavi AT saranno:

- In alluminio del tipo ARE4H1H5E;
- conformi alla CEI 60840;
- Sezione minima calcolata tenendo conto di una caduta di tensione massima ammissibile $<0,5\%$.

La posa sarà prevista direttamente interrata a $-120 \div -150$ cm con protezione anti sfondamento da escavazione senza corrugati o manufatti di posa interposti con il terreno.

3.7.3. CARATTERISTICHE TECNICHE CIVILI

Gli interventi e le principali opere civili, realizzate preliminarmente all'installazione delle apparecchiature in premessa descritte, sono state le seguenti:

- Sistemazione dell'area interessata dai lavori mediante sbancamento per l'ottenimento

della quota di imposta della stazione;

- Realizzazione di recinzione di delimitazione area sottostazione e relativi cancelli di accesso;
- Costruzione di un edificio, a pianta rettangolare con copertura piana;
- Realizzazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche costituita da tubazioni, pozzetti e caditoie. L'insieme delle acque meteoriche sono convogliate in un sistema di trattamento prima di essere smaltite in subirrigazione, tramite i piazzali drenanti interni alla stessa stazione;
- Formazione della rete interrata di distribuzione dei cavi elettrici sia a bassa tensione BT che a media tensione MT, costituita da tubazioni e pozzetti, varie dimensioni e formazioni;
- Costruzione delle fondazioni in calcestruzzo armato, di vari tipi e dimensioni, su cui sono state montate le apparecchiature e le macchine elettriche poste all'interno dello stallo;
- Realizzazione di strade e piazzali.

3.7.3.1. Edificio utente

Nell'impianto è presente un Edificio ad uso promiscuo, a pianta rettangolare, sinteticamente composto dai seguenti locali:

- quadri MT
- quadri BT
- misure
- Trasformatore servizi ausiliari,
- Generatore elettrico
- servizi igienici

La costruzione è stata realizzata con struttura in c.a. e c.a.p. La copertura del tetto è stata impermeabilizzata, gli infissi realizzati in alluminio anodizzato. Nei locali apparsi è stato posto in opera un pavimento modulare flottante per consentire il passaggio dei cavi.

3.7.3.2. Strade e piazzali

La viabilità interna, è stata realizzata in modo da consentire agevolmente l'esercizio e manutenzione dell'impianto, così come prescritto dalla Norma CEI 11-18.

Le strade, le aree di manovra e quelle di parcheggio sono state finite in conglomerato bituminoso mentre i piazzali destinati alle apparecchiature elettromeccaniche sono stati finiti in pietrisco e delimitati da cordolo in muratura.

3.7.3.3. Fondazioni

Le fondazioni per le apparecchiature sono state realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; in particolare, la fondazione di supporto per il Trasformatore AT/MT è costituito da una piastra in c.a. sulla quale è stato realizzato un appoggio, anch'esso in c.a. per l'appoggio dei componenti del trasformatore. Lungo il perimetro vi sono paretine in c.a. in modo da formare una vasca di raccolta olio.

Le fondazioni di supporto le apparecchiature sono costituite da una piastra di base in c.a. a contatto con il terreno sulla quale è stato realizzato un batolo per l'ancoraggio delle apparecchiature mediante l'utilizzo di tirafondi in acciaio.

La fondazione di supporto per l'interruttore è costituita da una piastra in c.a. a contatto con il terreno sulla quale sono installati tirafondi disposti a maglia quadrata, per l'ancoraggio dell'apparecchiatura.

3.7.3.4. Impianti tecnologici

Nell'edificio di stazione sono stati realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese FM.
- riscaldamento, condizionamento e ventilazione.
- rilevazione incendi.
- telefonico.
- Sistema di emergenza alla mancanza rete a mezzo GE ad avviamento automatico.

I locali dell'edificio sono, inoltre, dotati di lampade di emergenza autonome.

3.8. IMPIANTO DIRETE PER LA CONNESSIONE

L' elettrodotto di collegamento tra la stazione utente a quella della RTN, costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati in conduttore di alluminio, isolante in XLPE ARE4H1H5E 87/150kV 1x1600, 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 1600 mmq
- Isolante XLPE

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

1. conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 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.

Il cavo sarà interrato ed installato in una trincea della profondità di 1,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche per trasmissione dati, protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. Gli attraversamenti delle opere interferenti sono stati eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

4. SPECIFICHE TECNICHE E 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 (U_0/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

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

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:

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

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

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

- 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 sovriscaldamenti, 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 30 cm più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
- seguirà sulla 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 INDIRETTI

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 INDIRETTI

- a) Elementi di un impianto di terra:

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

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. E' 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

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

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 E 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.

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

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 obbligatoria. 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

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

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 rinterri 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 delle 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:

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

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 25/50Kg. 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 cilindatura con rulli da 14 a 18 ton, inclusi gli eventuali ricarichi richiesti durante la cilindatura, l'innaffiamento ed il successivo spandimento ed ulteriore cilindatura 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 1/3mm. (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.

**A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI**

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.

A.15 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DELGI ELEMENTI TECNICI

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 bucatura.

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.