



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



Ente acque della Sardegna

P. O. F.E.S.R. 2007 - 2013

ASSE IV - L. di A. 4.1.5.b - Realizzazione di interventi di
riqualificazione e di riassetto funzionale del sistema primario
di trasporto e di accumulo pluriennale della risorsa idrica (iter 5)

PROGETTO ESECUTIVO

ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELL' IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DI SANTA MARIA COGHINAS 2: "FORNITURA, ASSISTENZA ALL'INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO DEI QUADRI IN MT DI AVVIAMENTO POMPE CON INVERTER "

Relazione Tecnica Specialistica

Allegato:

A7

scala:

Redatto dal Servizio Energia e Manutenzioni Specialistiche

Progettisti

Ing Marco Cordeddu

P.I. Andrea Tronci

P.I. Alessandro Angius

P.I. Massimo Durante

Responsabile del Procedimento

Dott. Ing. Marco Cordeddu

Il Direttore di Servizio

Dott. Ing. Franco Ollargiu

Collaborazioni tecniche

P.I. Paolo Aresu

P.I.. Gian Franco Meledina

P.I. Pier Gavino Uldank

Coordinamento Elaborazioni Grafiche

Geom. Fabienna Usai

Il Direttore Generale ff
Dott. Ing. Franco Ollargiu

Dicembre 2012

Sommario

1	GENERALITÀ.....	2
1.1	Leggi e regolamenti, norme.....	4
1.1.1	Leggi e regolamenti.....	4
1.1.2	Norme CEI	5
1.2	Quadro di distribuzione secondaria MT.....	6
1.2.1	Unità MT protezione trasformatore Trafo6	6
1.2.2	Unità di rifasamento	8
1.2.3	Cavo di collegamento trasformatore.....	8
1.2.4	Trasformatore	8
1.3	Quadri avviamento	9
1.3.1	Inverter	10
1.4	Servizi ausiliari.....	10
1.5	Impianto di terra ed equipotenzialità.....	10
1.6	Considerazioni tecniche generali e scelte progettuali per i SA(Servizi Ausiliari) e per i conduttori MT e bt.....	12
1.6.1	Caratteristiche generali dell'impianto elettrico.....	12
1.6.2	Protezione da sovraccarichi, corto circuiti, contatti diretti e indiretti	12
1.6.3	Conduttori e cavidotti.....	13
1.6.3.1	Conduttori	13
1.6.3.2	Cavidotti.....	14

“Adeguamento funzionale dell’impianto di sollevamento di Santa Maria Coghinas 2 (iter5)”: Fornitura, assistenza all’installazione e messa in servizio dei quadri in MT per avviamento pompe con Inverter”

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA **IMPIANTI ELETTRICI**

1 GENERALITÀ

La presente relazione tecnica è relativa agli impianti elettrici da realizzare nell'ambito dell'adeguamento funzionale della stazione di sollevamento di Santa Maria Coghinas 2. Attraverso il progetto, di cui fa parte la presente relazione tecnica specialistica, si potrà disporre della fornitura, assistenza all'installazione e messa in servizio dei quadri in media tensione (MT) di avviamento pompe con inverter e con mezzi propri, su indicazione dell'appaltatore, l'Ente dovrà realizzare e certificare l'installazione.

Prima della realizzazione dell'impianto elettrico, stabilite le apparecchiature da installare dovrà essere redatto il progetto esecutivo rispondente alla norma CEI 0-2 e alle norme citate nella presente relazione tecnica. Ad esso ci si dovrà attendere nella realizzazione dell'impianto per il rilascio della dichiarazione di conformità.

Il sollevamento di cui trattasi rientra nell'insieme delle opere che costituiscono il *sistema idrico multisettoriale* della Regione Sardegna, e nello specifico fanno parte dello *schema idraulico Coghinas – Mannu di Porto Torres (Muzzone Casteldoria- La Crucca)* del *Sistema 3: Nord Occidentale*. L'impianto è costituito da cinque pompe centrifughe ad asse verticale di portata 600 l/s e prevalenza 10 bar azionate da altrettanti motori a 3 kV da 883 kW e 1400 g/min.

La presente relazione individua le norme tecniche e i dimensionamenti elettrici necessari per la realizzazione dell'impianto elettrico a servizio dei quadri di avviamento pompe dell'impianto di sollevamento di cui sopra ipotizzati in sede di progetto per la fornitura che dovranno essere verificati in sede di esecuzione del contratto quando la ditta aggiudicatrice del contratto fornirà le specifiche esatte delle apparecchiature da installare.

Attualmente l'impianto ha una distribuzione radiale. Dal punto di consegna MT dell'ente distributore a 15 kV partono due linee sotto interruttore in SF6 che alimentano i due impianti di sollevamento del Coghinas 1 e Coghinas 2.

All'interno della cabina del Coghinas 2 si alimentano il trasformatore servizi ausiliari da 200 kVA a 15/0,4 kV ($V_{cc}\% = 4\%$) tramite un interruttore di manovra con fusibile e il quadro MT di distribuzione per le pompe con un interruttore di manovra sezionatore.

Quest'ultimo è di tipo ABB SHS2/N – T2F ed ha le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 24 kV;

- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 50 kV;
- Tensione nominale di tenuta a impulso: 125 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Corrente nominale: 630 A;
- Corrente ammissibile nominale di breve durata - 1s: 16 kA;

sezionatore di terra:

- Tensione nominale: 24 kV;
- Corrente ammissibile nominale di breve durata - 1s: 16 kA.

Il quadro MT di distribuzione secondaria è costituito da interruttori a vuoto SIEMENS tipo 8DH10, uno di arrivo e cinque di partenza ad altrettanti trasformatori in olio da 1250 kVA a 15/3 kV ($V_{cc}\% = 6\%$), uno per ogni gruppo motore-pompa, aventi le caratteristiche seguenti:

- Tensione nominale: 24 kV;
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale: 50 kV;
- Tensione nominale di tenuta a impulso: 125 kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Corrente nominale: 630 A;
- Corrente nominale di picco I_p : 40 kA;
- Corrente nominale d'inserzione in cortocircuito I_{ma} : 40 kA;
- Corrente ammissibile nominale di breve durata $I_k - t_k = 1s$: 16 kA;
- Corrente di interruzione nominale in cortocircuito I_{sc} : 16 kA,
- Interruttore: M2 E2 C2;
- Sequenza manovre: O -0,3sec -CO -0,3min -CO;
- Sezionatore sotto carico / sezionatore di terra: M0, E3.

Dai trasformatori che attualmente vengono energizzati al momento dell'avvio, si alimenta il sistema di avviamento dei cinque gruppi motori - pompe con autotrasformatori trifase SEA isolati a secco in aria tipo TTH aventi le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale: 1200 kVA;
- Tensione primaria: 3 kV;
- Tensione secondaria: prese al 60% - 70% - 80%;
- Gruppo vettoriale: Ya0;

- Livello d'isolamento al primario: 3,6 / 10 kV;
- Raffreddamento: AN;
- Tipo avvolgimento I°/II°: impregnato;
- Classe di isolamento I°/II°: H;
- Max temperatura ambiente di progetto: 40 °C;
- Idoneo per n° 2 avviamenti/ora di 30 secondi l'uno distanziati di 30 minuti;
- Corrente nominale del motore: 231 A;
- Corrente di spunto del motore: 1270 A (5,5 x I_n).

L'intervento intende:

- integrare il quadro di distribuzione secondaria di Media Tensione con:
 - un'unità di protezione e manovra adibita al nuovo/nuovi trasformatore/i (Trafo6);
 - un'unità di protezione e manovra adibita a rifasamento;
- installare un trasformatore in resina (Trafo6) per l'alimentazione del sistema di comando e controllo dei cinque gruppi motori - pompe;
- sostituire i quadri elettrici MT di avviamento e controllo dei cinque gruppi motori – pompe e il quadro elettrico bt servizi ausiliari.

1.1 Leggi e regolamenti, norme

1.1.1 Leggi e regolamenti

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche dei componenti e dei materiali, sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate le norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali verranno richiamate, laddove opportuno, nella presente relazione.

- Legge 1 marzo 1968, n. 186: "Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici".
- Decreto 22 gennaio 2008, n. 37: "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- D. lgs. 9 Aprile 2008, n. 81: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- Prescrizioni dell'ente distribuzione dell'energia.

1.1.2 Norme CEI

- CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”.
- CEI 81-10: “Protezione contro i fulmini”.
- CEI 11-1: “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata”.
- CEI 11-17: “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo”.
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): “Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) - Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) - Prescrizioni particolari per i condotti sbarre”.
- CEI 23-51: “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- CEI 32-1: “Fusibili a bassa tensione - Prescrizioni generali”.
- CEI 17-11: “Apparecchiatura a bassa tensione - Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili”.
- CEI 17-5: “Apparecchiature a bassa tensione - Interruttori automatici.
- CEI 23-42: “Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Prescrizioni generali”.
- CEI 23-44: “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Prescrizioni generali”.
- CEI 17-44: “Apparecchiature a bassa tensione - Regole generali”.
- CEI 16-4: “Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici”.
- CEI-UNEL 35011: “Cavi per energia e segnalamento - Sigle di designazione”.
- CEI 20-27: “Cavi per energia e per segnalamento - Sistema di designazione”.
- CEI 20-11: “Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per cavi energia e segnalamento”.
- CEI 20-22/0: “ Prove d'incendio su cavi elettrici - Prova di non propagazione dell'incendio – Generalità”,
- 20-22/2: “Prove di incendio su cavi elettrici - Prova di non propagazione dell'incendio”;
- 20-22/3: “Prove sui cavi elettrici e a fibre ottiche in condizioni di incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su fili o cavi montati a fascio”;
- 20-22/4: “Prove d'incendio su cavi elettrici - Metodo per la misura dell'indice di ossigeno per i componenti non metallici”;
- 20-22/5: “Prove d'incendio su cavi elettrici - Metodo per la misura dell'indice di temperatura per i componenti non metallici”;

- CEI 20-36;Ab. “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito”.
- CEI 20-38;Ab: “Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi - Tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV”.
- CEI 20-39/1: “Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V - Cavi”.
- CEI 20-39/2: “Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V - Terminazioni”.
- CEI-UNEL 00722: “Identificazione delle anime dei cavi”.
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80): “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni generali”.
- CEI 11-35: “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”.
- CEI 11-37: “Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV”.
- CEI EN 62040-1 (CEI 22-32): “Sistemi statici di continuità (UPS) - Prescrizioni generali e di sicurezza”.
- CEI 11-20: “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria”.
- CEI 74-2: “Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza”.

1.2 Quadro di distribuzione secondaria MT

Il preesistente quadro di distribuzione secondaria costituito, da un'unità di arrivo dal dispositivo generale (DG) disposto in cabina e cinque unità di partenza di sezionamento e protezione trasformatori, dovrà essere integrato con almeno una nuova unità di sezionamento e protezione adibita al nuovo trasformatore o più trasformatori (Trafo6) in funzione della offerta tecnico economica che verrà scelta in fase di gara e da un'unità di rifasamento centralizzato da realizzare in un altro intervento, come da allegati di progetto.

1.2.1 Unità MT protezione trasformatore Trafo6

La nuova unità di protezione dovrà avere caratteristiche tali da poter essere integrata con il preesistente quadro di distribuzione secondaria e dovrà essere costituita da scomparto MT protezione trasformatore, con interruttore automatico con bobina di sgancio con relè 50 – 51 – 51N e da interruttore di manovra sezionatore – sezionatore di terra, avente le seguenti caratteristiche:

- Indicatori di presenza tensione lato cavi
- n.1 Interruttore in aria
- Sganciatore di apertura
- Contamanovre
- Contatti ausiliari

- Blocco a chiave dell'interruttore in posizione di aperto - stessa chiave per tutti gli interruttori
- Sganciatore di apertura a demagnetizzazione (+Sganciatore di massima corrente a microprocessore elettronico)
- Sganciatore di massima corrente a microprocessore elettronico
- Relè di protezione (50-51-51N) montato a bordo interruttore con toroide 50/1 A per il guasto a terra
- n.3 TA rapp. 200/5A per relè di protezione
- Sganciatore di massima corrente a microprocessore elettronico montati a bordo interruttore
- n.1 Sezionatore
- n.1 chiave rimovibile con IMS in posizione di chiuso e 1 chiave rimovibile con IMS in posizione di aperto
- n.1 chiave rimovibile con ES in posizione di chiuso e 1 chiave rimovibile con ES in posizione di aperto
- Contatti ausiliari

Completo di blocco a chiave sulla porta con chiave inanellata a quella della protezione posta a monte. Messa a terra di tutte le incastellature metalliche. Completo di sistema di sbarre omnibus, sbarre di accoppiamento, mensola reggicavo, isolatori capacitivi. Conforme alle norme: CEI 17-6, IEC 298, IEC 654.

Caratteristiche elettriche:

- Tensione nominale: 24kV;
- Tensione di prova a frequenza industriale: 50 kV rms;
- Tensione di tenuta ad impulso (1.2/50 micro-sec. onda): 125 kV picco;
- Tensione di servizio: 3kV;
- Frequenza nominale: 50Hz;
- Corrente nominale delle sbarre principali: 630A;
- Corrente nominale di breve durata: 16 kA rms;
- Durata della corrente nominale di breve durata: 1 s;
- Corrente di cresta: 40 kA picco;
- Temperatura ambiente massima: +40°C;

- Temperatura ambiente minima: -5°C;
- Tensione ausiliaria di segnalazione e controllo: 220 Vac 50Hz.

1.2.2 Unità di rifasamento

Nell'ambito dei lavori di adeguamento funzionale, **ma con altro intervento** è previsto un'unità di rifasamento centralizzata ad inserzione automatica in grado di compensare la potenza reattiva richiesta dai trasformatori (somma della potenza reattiva a vuoto e di quella persa sulla reattanza degli avvolgimenti in condizioni di carico) e la potenza reattiva richiesta dall'impiego contemporaneo di tre gruppi motore – pompa (situazione estrema di utilizzazione dei gruppi di pompaggio). Tenendo conto che ognuno dei tre gruppi ha una potenza nominale P_n pari a 883 kW a $\cos \varphi = 0,86$, per compensare la potenza reattiva richiesta al fine di portare il fattore di potenza almeno a 0,92 l'unità di rifasamento deve avere, alla tensione nominale di 3 Kv, una taglia pari a:

$$Q=P (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_1) = 443,35 \text{ kVAR}$$

Dove:

- P = potenza attiva assorbita dai 3 motori = $3 P_n = 2649 \text{ kW}$;
- φ = angolo di sfasamento con impianto non rifasato (corrispondente a $\cos \varphi = 0,86$);
- φ_1 = angolo di sfasamento con impianto rifasato (corrispondente a $\cos \varphi = 0,92$);

1.2.3 Cavo di collegamento trasformatore

La linea di alimentazione del nuovo trasformatore, ipotizzato nella soluzione di progetto, sarà costituita da una terna di cavi unipolari a trifoglio tipo 3x1x95 RG7H1R 12/20kV. Tale cavo, infatti, presenta una portata, considerando la condizione di posa peggiore (tre cavi a trifoglio entro tubo), superiore alla corrente d'impiego pari alla corrente nominale primaria del trasformatore: 97 A.

1.2.4 Trasformatore

Nell'ipotesi di progetto il nuovo trasformatore sarà alloggiato nel preesistente locale batteria e sarà accessibile tramite porta con interblocco a chiave dotata di finestratura di aspirazione aria fredda nella parte bassa.

Il trasformatore dovrà avere una potenza tale da consentire l'avviamento contemporaneo tramite inverter di due motori-pompe e una tensione di cortocircuito percentuale tale da rispettare le prescrizioni sul limite di potenza massima installabile sulle reti a 15 kV secondo norma CEI 0-16. Pertanto il trasformatore del tipo a secco con isolamento in resina epossidica MT/MT 15/3 kV dovrà avere una tensione di cortocircuito percentuale **maggiore a 8%.**

Il trasformatore dovrà inoltre possedere le seguenti caratteristiche:

- Tensione Primaria: 15kV;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione secondaria a vuoto: 3 kV;
- Regolazione primaria: $\pm 2 \times 2,5\%$;
- collegamento 1°/2° : triangolo/stella;
- Gruppo vettoriale: Dyn11;

- Tipo raffreddamento: AN;
- Tipo installazione: interno;
- Classe d'isolamento: F;
- Classe di sovratemperatura: F (100°C);
- Livello d'isolamento: 24 kV;
- Vcc %: 8%;
- Grado di Protezione: IP 23.

1.3 Quadri avviamento

Nell'ipotesi progettuale dal trasformatore di nuova installazione (trafo6) partiranno dei cavi unipolari 12/20 kV che alimenteranno un sistema ad anello aperto per l'avviamento delle cinque pompe da 883 kW a 3kV. Tale sistema di controllo consentirà l'avviamento contemporaneo di due motori – pompe attraverso l'utilizzo di due inverter i quali, in caso di necessità, potranno tramite la gestione dell'anello aperto avviare indistintamente uno alla volta tutti i gruppi.

Come riportato negli allegati le linee di alimentazione delle cinque linee di sollevamento, dei due Drive e dei tre autotrasformatori **sono protette da fusibile combinato con interruttore estraibile** le cui caratteristiche sono di seguito riportate:

caratteristiche interruttore:

- tensione nominale massima: 7,2 kV;
- Tensione nominale: 3,3 kV;
- Tenuta dielettrica nominale per 60 sec: 7200V 20 kV / 23 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso:
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Corrente nominale: 250 A;
- Corrente di stabilimento nominale in cortocircuito: 50 kA rms (125 kA picco);
- Corrente di prova d'arco: 31,5 kA;
- Durata della corrente di prova d'arco: 0,5 A;
- Tipo accessibilità: tipo A FLR,
- Categoria di perdita della continuità di servizi: LSC2A,

caratteristiche fusibile:

- Tensione nominale. 3,6 kV;
- Corrente nominale:
- Massima corrente di interruzione nominale: 50 kA rms (simmetrica).

Il sistema di avviamento prevede a valle dei due inverter e per l'avviamento pompe e come congiunture degli **interruttori estraibili**

- tensione nominale massima: 7,2 kV;

- Tensione nominale: 3,3 kV;
- Tenuta dielettrica nominale per 60 sec: 18,2 kV / 20 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso: 60 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Corrente nominale: 400 A;
- Massima corrente interrompibile: 6300 A a 2,4/5 kV;
- Corrente nominale di breve durata a 1 secondo: 6 kA rms;
- Corrente di interruzione e stabilimento alla tensione nominale: 4 kA.

Nell'ipotesi progettuale la linea che dal trasformatore alimenterà gli inverter 1 e 2 sarà una terna di cavi unipolari a trifoglio tipo RG7H1R 12/20kV con sezione tale da possedere una portata I_z adeguata alla corrente di impiego I_B pari a due volte la corrente nominale I_n del gruppo moto – pompa: $2 \times 197,6$ A. Pertanto, tenuto conto che si prevede un tratto in tubo, la linea dovrà essere almeno pari a $3 \times 1 \times 240$.

Le linee di potenza in partenza dai trasformatori MT/MT che alimentano direttamente i motori e quelle previste per l'avviamento tramite inverter saranno del tipo unipolare $3 \times 1 \times 120$ RG7H1R 12/20kV.

1.3.1 Inverter

I due inverter adottati per la fase di avvio e per le regolazioni di portata dovranno garantire le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 3,3 kV;
- Corrente nominale bus d'ingresso: 1200 A;
- Frequenza: 50 Hz;
- Sovraccaricabilità: 110% per 1 minuto ogni 10 minuti;
- Tipo di impedenza di ingresso: reattanza di linea;
- Classe di isolamento: F.

1.4 Servizi ausiliari

I circuiti ausiliari dei quadri M.T. e bt saranno alimentati in corrente alternata a 230V 50Hz.

1.5 Impianto di terra ed equipotenzialità

L'impianto di terra è esistente; ad esso verranno collegate le masse metalliche delle apparecchiature di nuova installazione e gli schermi dei cavi e i conduttori di protezione dei nuovi utilizzatori.

Verrà verificato a cura del committente che i dispersori e i conduttori di terra soddisfano le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

L'impianto di messa a terra per l'impianto di bassa tensione è costituito da 8 dispersori verticali uniti tra loro tramite una corda di rame nudo da 50 mm^2 (diametro elementare 1,8mm) interrata mentre l'impianto di terra per la parte di media tensione è costituito da 5 dispersori verticali uniti tra loro tramite una corda di rame nudo da 50 mm^2 (diametro elementare 1,8mm) interrata, secondo quanto indicato in allegato.

Le dimensioni minime dei dispersori verticali in profilato di acciaio zincato a caldo e della corda di rame nuda, devono rispettare le prescrizioni della norma CEI 11-1, pertanto devono possedere le seguenti caratteristiche geometriche minime:

- picchetto verticale in acciaio zincato a caldo: Sezione = 90 mm^2 , spessore = 3 mm;
- corda di rame: sezione $> 25 \text{ mm}^2$, diametro del filo elementare = 1,8 mm.

Tali sezioni, saranno tali da garantire la resistenza meccanica alla corrosione, e sono ritenute sufficienti anche dal punto di vista delle sollecitazioni termiche dovute alla corrente di doppio guasto a terra. Per tale aspetto, data la corrente di doppio guasto monofase di 10,8 ka a terra e il relativo tempo di estinzione di 340 ms comunicati dal distributore, considerando un conduttore di rame nudo a temperatura iniziale di 30°C e finale 500°C ($K = 228$), si ha che la sezione del suddetto conduttore deve essere $S > \frac{10800\sqrt{0,340}}{228} = 27,6 \text{ mm}^2$. Per la messa a terra delle masse in media tensione poste a valle del relè di massima corrente, qualora il tempo d'intervento delle protezioni contro i guasti a terra sia dell'ordine dei 120 ms, è possibile adottare conduttori di terra con sezione $25 - 16 \text{ mm}^2$.

L'impianto di terra esistente è collegato ad un sezionatore-collettore di terra al quale verranno connesse tutte le strutture metalliche della stazione di sollevamento, quali quadri, infissi, ferri dei cunicoli, etc..

Per la determinazione del valore della resistenza di terra della cabina di trasformazione per guasti a terra sul lato MT, saranno rispettate le prescrizioni della Norma CEI 11-1.

La resistenza di terra (Re) viene determinata sulla base dei dati che devono venire forniti dall'Ente distributore:

- il valore della corrente di guasto a terra (I_e)
- il tempo di eliminazione del guasto (t_f)

In relazione al tempo di eliminazione del guasto si stabiliscono quali sono le tensioni di contatto ammissibili, **per cui la resistenza di terra non dovrà essere superiore al valore Re indicato.**

Durata del guasto t_f (s):	$>> 10$
Corrente di guasto monofase a terra I_e (A):	40
Tensione di contatto ammissibile $U_{tp}=U_e$ (V):	≤ 75

$$Re (\Omega) =$$

$$1,875$$

Dove: $Re \leq Ue / Ie$

Dal nodo collettore-sezionatore (nodo-sezionatore) di terra, collegato con l'anello dispersore, partiranno i conduttori di protezione per i quadri secondari di zona. Detti conduttori viaggeranno insieme ai conduttori di fase e avranno sezione pari a quanto esposto nella tabella 54F della norme CEI 64-8. Cioè :

Sezione fase	Sezione PE
Fino a 16 mm ²	S _f
Fino a 35 mm ²	16 mm ²
Maggiore di 35mm ²	S _f / 2

Il percorso, il numero e le sezioni dei conduttori di protezione (PE), del conduttore di terra (CT) e dei dispersori è indicato negli elaborati di progetto.

1.6 Considerazioni tecniche generali e scelte progettuali per i SA (Servizi Ausiliari) e per i conduttori MT e bt

1.6.1 Caratteristiche generali dell'impianto elettrico

Il sistema elettrico in esame risulta in bassa tensione, di prima categoria e, per la modalità di collegamento del neutro e del conduttore di protezione, di tipo TN-S. Tutte le masse dell'area e le masse estranee presenti nei vari locali devono essere collegate ad un unico impianto di terra mediante conduttori di protezione PE.

Il presente progetto tiene conto dei requisiti di sicurezza richiesti per l'area in questione. Tra gli obiettivi delle scelte progettuali sono quindi prioritari quelli di garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito, di realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti.

1.6.2 Protezione da sovraccarichi, corto circuiti, contatti diretti e indiretti

La **protezione dai sovraccarichi**, effettuata con interruttori magnetotermici che rispettino le norme CEI 23-3 (per correnti nominali inferiori a 125 A) o CEI 17-5 (per correnti nominali superiori a 125 A), è tale garantire la protezione le linee a valle degli stessi, rispettando le seguenti condizioni richieste dalla CEI 64-8:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego della linea;
- I_n è la corrente nominale dell'interruttore;
- I_z è la portata in regime permanente della conduttura;
- I_f è la corrente di sicuro intervento del dispositivo di protezione.

Per la **protezione dal cortocircuito**, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni richieste dalla CEI 64-8:

$$\frac{PI}{I^2 t} \geq \frac{I_{cc}^2}{K^2 S^2}$$

dove:

- **PI** è il potere d'interruzione del dispositivo di protezione;
- **I_{cc}** è la corrente di cortocircuito presunta;
- **$I^2 t$** è la caratteristica d'intervento del dispositivo di protezione;
- **$K^2 S^2$** è la caratteristica dell'energia specifica passante del cavo.

Si ricava in tal modo la corrente nominale dei dispositivi di interruzione utilizzati.

La **protezione contro i contatti diretti** sarà assicurata mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere nel rispetto della norma CEI 64-8.

Per la **protezione contro i contatti indiretti** tutte le linee sono protette da un interruttore differenziale in grado di interrompere automaticamente l'alimentazione in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, in tempi tali che non possa persistere, a causare rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore a 50 V in valore efficace.

1.6.3 Conduttori e cavidotti

1.6.3.1 Conduttori

Per rendere uniforme l'impianto si adotteranno in MT solo cavi unipolari in rame isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo HEPR di qualità G5 sotto guaina in PVC di qualità RZ del tipo RG5H1R, mentre per le valvole cavi multipolari in rame isolati in gomma qualità G7 sotto guaina in PVC qualità Rz del tipo FG7OR o FG7OM1. Tutti i cavi saranno marcati IMQ e dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL, e alle norme CEI.

Le sezioni dei conduttori sono state scelte, secondo le indicazioni della norma CEI 64-8 e CEI 11-17, imponendo una portata superiore alla corrente d'impiego della linea e una caduta di tensione percentuale inferiore al 4 % per ogni tratta.

Il conduttore di protezione (PE) dovrà essere distribuito in tutto l'impianto e sarà unico su ciascuna dorsale, con sezione pari alla massima sezione presente nella dorsale stessa (CEI 64-8).

La sezione del conduttore neutro è dimensionata in base alla CEI 64-8 secondo la seguente tabella.

Sezione fase	Sezione neutro
Fino a 16mm ²	S _f
Fino a 35mm ²	16 mm ²
Maggiore di 35mm ²	S _f / 2

Per tutti i conduttori devono essere rispettati i codici di colore previsti dalle norme:

- grigio, marrone o nero per i conduttori di fase;
- blu chiaro per il neutro;
- giallo-verde per il PE.

1.6.3.2 Cavidotti

I conduttori delle linee in arrivo e partenza dai trasformatori saranno posati per un breve tratto in tubo incassato nel massetto e per la restante parte su passerelle forate, su cui possono coesistere più circuiti distanziati secondo norma CEI 11-16. Le altre linee di potenza avranno un percorso prettamente su passerelle forate. I cavi unipolari dovranno essere disposti a trifoglio e dovranno presentare una distanza dai circuiti adiacenti non inferiore a $0,75D$, dove D rappresenta il diametro del cerchio circoscritto dai 3 cavi unipolari a trifoglio.

Tutte le tubazioni saranno marchiate IMQ e CE, e le loro sezioni e tipo saranno scelte in funzione del numero e della sezione dei cavi che devono contenere, tenendo conto dei suggerimenti della norma CEI 11-17 (diametro interno del tubo pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi che è destinato a contenere) e in modo tale da garantire la sfilabilità dei cavi.

Le passerelle saranno costituite da materiale metallico. L'area interna sarà adeguata alla sezione dei cavi tale che sia garantito il rapporto area dei conduttori e canale sia pari a 0,5.