



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei lavori pubblici

Ente acque della Sardegna

Servizio Progetti e Costruzioni



**“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”
CIG- 7291196547- CUP: I86B05000050002**

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO DELL'ELABORATO

Capitolato speciale d'appalto
Impianti elettrici e di telecontrollo

ID ELABORATO

A.2.2.4

SCALA

-

CODIFICA ELAB

A.2.2.4-ENAS539Acsa018R2

Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche e coordinatore di progetto:
Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

Responsabile progettazione strutturale e geotecnica:

Ing. Pietro Diliberto (S.T.P. s.r.l.)

Collaboratori:

Ing. Ettore Galbo (H.E. s.s.)

Responsabile della progettazione idraulica:

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

Prof. Ing. Gabriele Freni

Ing. Fulvio Galbo (H.E. s.s.)

Ing. Piera De Luca (H.E. s.s.)

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Stefano Serra

Responsabile della progettazione impianti elettrici e TLC:
Ing. Giovanni Gabellone (H.E. s.s.)

Responsabile rilievi GPS/LS:

Geom. Alberto Bianco

Collaboratori:

Geom. Lorenzo Verme (H.E. s.s.)

Responsabile coordinamento sicurezza in fase di progetto:

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Giampiero Pili (S.T.P. s.r.l.)

Ing. Giovambattista Lombardo (H.E. s.s.)



(Capogruppo Mandataria)



(Mandante)



Prof. Ing. Gabriele Freni
(Mandante)



Dott. Geol. Mario Strinna
(Mandante)



Società cooperativa
(Mandante)

2	APRILE 2019	REVISIONE INTERNA	DG	FG	PD
1	Aprile 2019	Istruttoria RUP 12/03/2019	DG	FG	PD
0	FEBBRAIO 2019	PRIMA EMISSIONE	DG	FG	PD
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	RED.	VER.	APPR.



1	INTRODUZIONE	4
2	SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI, DI SEGNALAZIONE E DI TERRA.....	5
2.1	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	5
2.1.1	<i>Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti.....</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti</i>	<i>5</i>
2.2	SUDDIVISIONE DEI CIRCUITI E LORO PROTEZIONE IN ABITAZIONI E EDIFICI RESIDENZIALI.....	5
2.3	COEFFICIENTI PER LA VALUTAZIONE DEL CARICO CONVENZIONALE DELLE COLONNE MONTANTI CHE ALIMENTANO APPARTAMENTI DI ABITAZIONE	7
2.4	IMPIANTI TRIFASI	7
2.5	PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI.	8
2.5.1	<i>Cavi e conduttori</i>	<i>8</i>
2.5.1.1	<i>Requisiti generali - Riferimenti normativi:.....</i>	<i>8</i>
2.5.2	<i>Canalizzazioni.....</i>	<i>18</i>
2.5.3	<i>Tubi protettivi, cassette di derivazione.....</i>	<i>19</i>
2.5.4	<i>Canalette porta cavi</i>	<i>21</i>
2.5.5	<i>Canali in materiale plastico isolante.....</i>	<i>22</i>
2.5.6	<i>Sistemi di passerelle metalliche e loro accessori ad uso portacavi</i>	<i>23</i>
2.5.7	<i>Cassette di derivazione e di giunzione</i>	<i>24</i>
2.5.8	<i>Morsetti</i>	<i>25</i>
2.5.9	<i>Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, interrati.....</i>	<i>25</i>
2.5.10	<i>Posa di cavi elettrici, isolati con guaina, in tubazioni interrate o non interrate, od in cunicoli non praticabili</i>	<i>26</i>
2.6	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE	27
2.6.1	<i>Protezione delle condutture contro le sovracorrenti</i>	<i>27</i>
2.6.2	<i>Protezione di circuiti particolari:</i>	<i>29</i>
2.6.3	<i>Materiali di rispetto</i>	<i>29</i>
2.6.4	<i>Maggiorazioni dimensionali rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge.....</i>	<i>29</i>
2.6.5	<i>Sezionamento e comando</i>	<i>30</i>
2.6.6	<i>Protezione contro i contatti diretti ed indiretti</i>	<i>31</i>
2.6.7	<i>Protezione contro i contatti indiretti.....</i>	<i>36</i>
2.6.8	<i>Impianto di terra</i>	<i>36</i>
2.6.9	<i>Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione</i>	<i>39</i>



2.6.10	<i>Protezione mediante doppio isolamento</i>	<i>40</i>
2.7	<i>PRESCRIZIONI SULLE APPARECCHIATURE</i>	<i>40</i>
2.7.1	<i>Interruttori automatici differenziali modulari senza sganciatori di sovracorrente (puri) per uso domestico e similare</i>	<i>41</i>
2.7.2	<i>Interruttori automatici differenziali selettivi senza sganciatori di sovracorrente (puri) per uso domestico e similare</i>	<i>41</i>
2.7.3	<i>Interruttori automatici differenziali senza sganciatori di sovracorrente (puri) di tipo B.....</i>	<i>42</i>
2.7.4	<i>Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare.....</i>	<i>42</i>
2.7.5	<i>Interruttori automatici differenziali modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare</i>	<i>43</i>
2.7.6	<i>Interruttori automatici modulari sganciatori di sovracorrente.....</i>	<i>44</i>
2.7.7	<i>Interruttori automatici differenziali modulari sganciatori di sovracorrente.....</i>	<i>44</i>
2.7.8	<i>Interruttori automatici modulari di protezione motore.....</i>	<i>45</i>
2.7.9	<i>Interruttori scatolari</i>	<i>46</i>
2.7.10	<i>Contattori ed avviatori</i>	<i>48</i>
2.7.11	<i>Limitatori di sovratensione (SPD)</i>	<i>48</i>
2.7.12	<i>Basi portafusibili e fusibili.....</i>	<i>49</i>
2.8	<i>PRESCRIZIONI PER QUADRI ELETTRICI</i>	<i>50</i>
2.8.1	<i>Prescrizioni generali</i>	<i>50</i>
2.8.2	<i>Quadri di comando e di distribuzione per nodi telecontrollati</i>	<i>50</i>
2.8.3	<i>Quadri di comando e di distribuzione in materiale isolante</i>	<i>52</i>
2.8.4	<i>Istruzioni per l'utente</i>	<i>53</i>
2.8.5	<i>Prove dei materiali</i>	<i>53</i>
2.8.6	<i>Armadi ed involucri per quadri generali.....</i>	<i>53</i>
2.8.7	<i>Quadri elettrici BT</i>	<i>54</i>
2.8.8	<i>Armadi, contenitori per quadri di distribuzione di piano, di zona o generali per BT</i>	<i>59</i>
2.9	<i>PRESCRIZIONI PER ALTRE APPARECCHIATURE ELETTRICHE</i>	<i>60</i>
2.9.1	<i>Aspiratori d'aria elettrici – criteri generali.....</i>	<i>60</i>
2.9.2	<i>Aspiratori di tipo elicoidale</i>	<i>60</i>
2.9.3	<i>Aspiratori di tipo centrifugo assiale.....</i>	<i>61</i>
2.9.4	<i>Stazione di dosaggio ipoclorito di sodio.....</i>	<i>62</i>
2.9.5	<i>Misuratore cloriti.....</i>	<i>65</i>



2.9.6	Sensori a ultrasuoni per misure continue di livello e portata	67
2.9.7	Trasmettitore in custodia per montaggio da campo	69
2.10	PRESCRIZIONI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	71
2.10.1	Apparecchi di illuminazione	71
2.10.2	Impianti di illuminazione di emergenza	73
3	SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI DI TELECONTROLLO E RETE TELEMATICA	78
3.1	GENERALITÀ	78
3.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA TELECONTROLLATO	80
3.2.1	Grandezze monitorate	80
3.3	STAZIONI TELECONTROLLATE.....	81
3.3.1	Caratteristiche generali.....	81
3.3.2	Forniture-Installazioni.....	81
3.3.3	Configurabilità	83
3.3.4	Autodiagnostica	83
3.3.5	Controlli remoti sulla stazione periferica.....	84
3.3.6	Diagnostica di sistema	84
3.3.7	Protezione delle Informazioni	84
3.3.8	Componenti in taratura.....	85
3.3.9	Comunicazione con il centro	85
3.3.10	Comunicazione con altri dispositivi	86
3.3.11	Affidabilità MTBF e MTTR.....	86
3.3.12	Alimentazioni, protezioni e condizioni ambientali	86
3.3.13	Sensori	87
3.3.14	PLC e postazioni periferiche.....	87
3.4	RETE DI TRASMISSIONE DATI	87
3.4.1	Cavi in fibra ottica.....	88
3.4.2	Attestazioni di fibra ottica	88
3.4.3	Connettori per fibra ottica	88
3.4.4	Cassetti di permutazione ottica	88
3.4.5	Bretelle bifibra	89
3.4.6	Switch di rete ethernet	89



1 INTRODUZIONE

Il presente Capitolo tratta degli impianti elettrici, di segnalazione e di trasmissione dati nell'ambito dei lavori in oggetto.

In particolare, vengono definite le modalità di accettazione, da parte del Direttore dei lavori, delle forniture delle apparecchiature elettromeccaniche, di quelle elettriche, dei quadri elettrici, degli impianti di telecontrollo e di tutti gli impianti secondari relativi a questa parte di opera.



2 SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI, DI SEGNALAZIONE E DI TERRA

2.1 Prescrizioni tecniche generali

2.1.1 Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge del 1° marzo 1968, n. 186.

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 di sicurezza delle norme CEI;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM;
- alle prescrizioni dei VV.F. e delle Autorità Locali.

2.1.2 Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti

Gli impianti elettrici devono essere calcolati per la potenza impegnata: si intende quindi che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere sono riferite alla potenza impegnata, la quale viene indicata dall'Amministrazione o calcolata in base ai dati forniti dalla stessa.

Per gli impianti elettrici negli edifici civili, in mancanza di indicazioni, si fa riferimento al carico convenzionale dell'impianto.

Detto carico verrà calcolato sommando tutti i valori ottenuti applicando alla potenza nominale degli apparecchi utilizzatori fissi e a quella corrispondente alla corrente nominale delle prese a spina i coefficienti che si deducono dalle tabelle CEI riportate nei paragrafi seguenti.

2.2 SUDDIVISIONE DEI CIRCUITI E LORO PROTEZIONE IN ABITAZIONI E EDIFICI RESIDENZIALI

Nelle abitazioni e negli edifici residenziali in genere, o nei locali assimilabili ad essi, si devono alimentare attraverso circuiti protetti e singolarmente sezionabili facenti capo direttamente al quadro elettrico almeno le seguenti utilizzazioni:



a) illuminazione di base:

- sezione dei conduttori non inferiore a 1,5 mm²; protezione 10 A; potenza totale erogabile 2,2 kW;

b) prese a spina da 10 A per l'illuminazione supplementare per piccoli utilizzatori (televisori, apparecchi radio ecc.):

- sezione dei conduttori 1,5 mm²;
- protezione 10A; potenza totale erogabile 2,2 kW;

c) prese a spina da 16 A e apparecchi utilizzatori con alimentazione diretta (ad esempio scaldacqua) con potenza unitaria minore o uguale a 3,6 kW:

- sezione dei conduttori 2,5 mm²;
- protezione 16 A; potenza totale erogabile 3,6 kW;

d) eventuale linea per alimentazione di utilizzatori con potenza maggiore di 3,6 kW:

- sezione conduttori 4 mm²;
- protezione 25 A.

Ogni qualvolta si verificano le seguenti condizioni, sul quadro elettrico devono essere previsti un numero superiore di circuiti protetti:

a) elevata superficie abitabile, maggiore di 150 m²:

occorre prevedere più linee per l'illuminazione di base al fine di limitare a 150 m² la superficie dei locali interessati da una singola linea;

b) elevato numero di prese da 10 A:

occorre prevedere una linea da 10 A ogni 15 prese;

c) elevato numero di apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (scaldacqua, lavatrici, lavastoviglie) che debbono funzionare contemporaneamente prelevando una potenza totale superiore a 3,6 kW: occorre alimentare ciascun apparecchio utilizzatore con potenza unitaria maggiore di 2,2 kW direttamente dal quadro con una linea protetta.

Nella valutazione della sezione dei conduttori relativi al singolo montante, oltre a tener conto della caduta di tensione del 4%, occorre considerare anche i tratti orizzontali (ad esempio, 6 m in orizzontale dal quadro contatori al vano scale).

Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere di almeno 3000 A (norme CEI 11-11) a meno di diversa comunicazione del Distributore; gli interruttori automatici devono essere bipolari con almeno un polo protetto in caso di distribuzione fase-fase.

COEFFICIENTI PER LA VALUTAZIONE DEL CARICO CONVENZIONALE DELLE UNITA' DI IMPIANTO



Impianto Illuminazione Scalda-acqua Cucina Servizi vari, comprese le prese a spina
(per queste la potenza è quella corrispondente alla corrente nominale)

Ascensore (la potenza è quella corrispondente alla corrente di targa)

appartamenti di abitazione 0,65

1 per l'apparecchio di maggior potenza, 0,75 per il secondo, 0,50 per gli altri
alberghi, ospedali, collegi 0,75

1 per l'apparecchio di maggior potenza 0,75 per il secondo, 0,50 gli altri

1 per l'apparecchio di maggior potenza, 0,75 per gli altri 0,5

3 per il motore dell'ascensore di maggior potenza, 1 per il successivo ascensore, 0,7
per tutti gli altri ascensori uffici e negozi

0,90 1 per l'apparecchio di maggior potenza, 0,75 per il secondo, 0,50 per il terzo,
0,25 per gli altri

0,5 3 per il motore dell'ascensore di maggior potenza, 1 per il successivo ascensore,
0,7 per tutti gli altri ascensori. Per le derivazioni facenti capo a singoli apparecchi
utilizzatori o a singole prese si deve assumere come valore del coefficiente l'unità,
fatta eccezione per il caso degli ascensori.

Per gli ascensori e altri servizi generali e comuni, i dati relativi sono allo studio.

2.3 COEFFICIENTI PER LA VALUTAZIONE DEL CARICO CONVENZIONALE DELLE COLONNE MONTANTI CHE ALIMENTANO APPARTAMENTI DI ABITAZIONE

Unità di impianto alimentate 1 Valore del coefficiente 1

Unità di impianto alimentate da 2 a 4 Valore del coefficiente 0,8

Unità di impianto alimentate da 5 a 10 Valore del coefficiente 0,5

Unità di impianto alimentate 11 e oltre Valore del coefficiente 0,3

2.4 IMPIANTI TRIFASI

Negli impianti trifasi (per i quali non è prevista una limitazione della potenza contrattuale da parte del Distributore) non è possibile applicare il dimensionamento dell'impianto di cui in precedenza; tale dimensionamento dell'impianto sarà determinato di volta in volta secondo i criteri della buona tecnica, tenendo conto delle norme CEI.

In particolare, le condutture devono essere calcolate in funzione della potenza impegnata che si ricava nel seguente modo:



a) potenza assorbita da ogni singolo utilizzatore (P1-P2-P3- ecc.) intesa come la potenza di ogni singolo utilizzatore (Pui) moltiplicata per un coefficiente di utilizzazione (Cui):

$$P_i = P_{ui} \times C_{ui};$$

b) potenza totale per la quale devono essere proporzionati gli impianti (Pt) intesa come la somma delle potenze assorbite da ogni singolo utilizzatore (P1-P2-P3- ecc.) moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità (Cc):

$$P_t = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n) \times C_c.$$

Si definisce corrente di impiego di un circuito (Ib) il valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito.

Essa si calcola in base alla potenza totale ricavata dalle precedenti tabelle, alla tensione nominale e al fattore di potenza.

Si definisce portata a regime di un conduttore (Iz) il massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato.

Essa dipende dal tipo di cavo e dalle condizioni di posa ed è indicata nella tabella UNEL 35024-70.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere di almeno 4500 A a meno di diversa comunicazione dell'Ente distributore dell'energia elettrica.

Gli interruttori automatici devono essere tripolari o quadripolari con 3 poli protetti.

2.5 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI.

2.5.1 Cavi e conduttori

I cavi per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, posa, tensione, comportamento al fuoco e sollecitazioni esterne e devono essere selezionati in accordo alle seguenti normative:

2.5.1.1 Requisiti generali - Riferimenti normativi:

CEI-UNEL 00722 - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U0/U non superiori a 0.6/1 kV

CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici

CEI UNEL 00725 - (EN 50334) - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici



CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI-UNEL 35024/2 - "Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI-UNEL 35026 - "Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata -o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata

CEI 16-1 - Individuazione dei conduttori isolati

CEI 20-21 (serie) Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente

CEI 11-17 - (Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo)

CEI 20-40 (HD 516) - (Guida per l'uso di cavi a bassa tensione)

CEI 20-67 - (Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV)

CEI 20-89 - (Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di Media Tensione)

Cavo tipo A (I Categoria) = Cavi con guaina per tensioni nominali $U_0/U = 300/500$, $450/750$ e $0,6/1$ kv - Riferimenti normativi:

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.

CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi - Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa - Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV.

CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi - Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV.

CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi - Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo - Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV.

CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio



senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV – LSOH

CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV – LSOH

CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV – LSOH

CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV.

CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC – Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.

CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.

CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.

CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U0/U: 0,6 / 1 kV.

CEI 20-19 - Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-20 - Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-38 - Cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. LSOH

CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. – LSOH

CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. – LSOH



CEI-UNEL 35371 - Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. - LSOH

IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V - FROR 450/750 V

IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH)- Tensione Nominale U0/U non superiore a 450/750 V - FM9OZ1 - 450/750 V - LSOH

Cavo tipo B= Cavi senza guaina per tensione nominale U0/U = 450/750V -Riferimenti normativi:

CEI 20-20/3 - Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa.

CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio - Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U: 450/750 V.

CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio - Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi- Tensione nominale U0/U: 450/750 V.

CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U: 450/750 V.

IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale u0/u non superiore a 450/750 V

Cavo tipo C = Cavi resistenti al fuoco - Riferimenti normativi

CEI 20-39 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V

CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV. - LSOH

Cavo tipo D (II Categoria) = Cavi con tensioni nominali U0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 -

12/20 - 18/30 - 26/45 kv - Riferimenti normativi:



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)

Tipo di impiego

I cavi delle linee di energia devono essere del tipo indicato nella seguente tabella:

UTILIZZATORI	CAVO TIPO
Morsetti lato BT del trasformatore	A
Morsetti del contatore (a valle) Sistema	A o B
Montanti	A o B
Distribuzione principale (dal quadro	A o B
Distribuzione secondaria (dai quadri	A e B
Utilizzatori:	
a) interni b) esterni	B/C
c) centrali tecnologiche	AA o B o C

Cavo tipo A = Cavi con guaina per tensioni nominali con $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ kV

I cavi con tensione U_0/U inferiore a $0,6/1$ kV sono adatti per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato. (es.: centrale di riscaldamento, illuminazione sterna, elevatori, cucine, ecc) I cavi con tensione $U_0/U = 0,6/1$ kV sono adatti per essere utilizzati oltre che per le installazioni sopraindicate anche per la posa interrata.

L'unico cavo con tensione inferiore a $0,6/1$ kV che può essere interrato è il tipo H07RN8-F (U_0/U

$450/750$ V) appositamente studiato per posa con presenza d'acqua.

Cavo tipo B = Cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V

Questi tipi di cavo sono adatti solo per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato.

Cavo tipo C = Cavi con guaina resistenti al fuoco

Questi tipi di cavo sono adatti per quelle condizioni in cui sia necessario garantire che l'impianto elettrico rimanga in servizio anche se coinvolto da un incendio (es. scale mobili, pompe antincendio, evacuatori di fumo, segnali di allarme, ecc.)

Cavo tipo D = Cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV



Questi tipi di cavo sono adatti per posa fissa ed utilizzati nelle reti per la distribuzione di energia elettrica.

Comportamento al fuoco - Riferimenti normativi:

CEI EN 60332-1 (CEI 20-35) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato

CEI EN 60332-3 (CEI 20-22) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio

CEI EN 50267 (CEI 20-37) - Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi

CEI EN 61034 (CEI 20-37) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite

Circa il comportamento al fuoco, i cavi elettrici possono essere distinti in 4 grandi famiglie secondo quanto riportato:

a) Cavi non propaganti la fiamma, rispondenti alla Norma CEI 20 -35 (EN 60332-1), la quale verifica la non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale

b) Cavi non propaganti l'incendio, rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3), la quale verifica la non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio ed in posizione verticale in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 Kg/m oppure 5 Kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m).

c) Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi LSOH rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3) per la non propagazione dell'incendio e alle Norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi.

d) Cavi LSOH resistenti al fuoco rispondenti alle Norme (serie) CEI 20-36 (EN 50200-50362), la quale verifica la capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi

ELENCO TIPO DI CAVO DA UTILIZZARE:

Cavo standard:



N07V-K

FG7(O)R 0,6/1KV

FROR 450/750 V

Cavo LSOH:

H07Z1- K Type 2

FG7(O)M1 0,6/1KV

FM9OZ1 450/750 V

FTG10(O)M1 0,6/1KV

La norma CEI 64-8 Sez.751 “Luoghi a maggior rischio in caso di incendio” riporta che, per i cavi, si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell’entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti. A tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH). Si ricorda che devono essere rispettate le condizioni riportate nella Norma CEI 64-8 art. 751.04.2.8 b).

E’ vivamente consigliato, per accrescere la sicurezza di persone e cose, l'utilizzo di cavi di tipo non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impianti non li prevedono come obbligatori (tipo LSOH).

Distinzione dei cavi

I cavi per energia sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

a) La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H05VV-F) e a cavi di tipo nazionale (es. FG7OM1, ecc.).

Per tutti i cavi unipolari senza guaina “cordine” sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese
Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo), bianco (polo negativo)



b) La Norma CEI UNEL 00721 specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Questa colorazione è applicabile esclusivamente ai cavi rispondenti a norme Nazionali (es. FG7OR, FG7OM1, ecc.).

Indicazioni di sicurezza

Quando si fa uso dei colori si applicano le seguenti regole:

- a) il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità.
- b) il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro; quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase, in tal caso detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone.
- d) sono vietati i singoli colori verde e giallo.

Per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica in accordo alla Norma CEI UNEL 00725.

Questa marcatura consiste nel marcare, con un colore contrastante rispetto all'isolante, ogni anima del cavo - L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo Verde.

Condizioni ambientali e di posa

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni della Norma CEI 11-17 ,CEI 20-40, CEI 20-67 e 20-89.

Portate di corrente

Indicazioni sulle portate di corrente dei cavi sono fornite dalle seguenti Norme CEI-UNEL 35024/1, CEI-UNEL 35024/2 , CEI-UNEL 35026, CEI UNEL 35027 e Norme CEI 20-21

Isolamento dei cavi

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_o/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi



ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

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 4% 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 2,2 kW;

2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;

4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

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), purché siano soddisfatte le condizioni dell'art.3.1.0.7. delle norme CEI 64-8.

Sezione dei conduttori di terra e protezione

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

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase	Cond. protez. facente parte	Cond. protez. non
che alimenta la macchina o dello stesso cavo o infilato facente parte dello	nello stesso tubo del stesso cavo e non	
l'apparecchio	conduttore di fase	infilato infilato nello
Mmq	Mmq	stesso tubo del



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

		conduttore di fase mmq
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	
maggiore 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multip., la sezione specificata dalle rispettive norme

Propagazione del fuoco lungo i cavi

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

Provvedimenti contro il fumo

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38;

Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi

Qualora cavi in quantità rilevanti a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

Coefficienti di utilizzazione – contemporaneità e caduta di tensione



Per il calcolo delle potenze elettriche, ai fini del dimensionamento delle linee e della potenza totale impegnata, si possono considerare i seguenti coefficienti salvo diversi valori giustificati da casi o esigenze particolari.

UTENZE	kU	kC	cdt % (1)
Luce	1	1	4
Servizi generali			
– 1 ascensore	1	1	5
– 2 ascensori	1	0,7	5
– 3 ascensori	0,9	0,6	5
– centrale termica	0,8	0,7	4
– centrale idrica	0,9	0,5	4
centrale di condizionamento	0,7	0,7	4
kU = coefficiente di utilizzazione kC = coefficiente di contemporaneità cdt = caduta di tensione (1) Le linee derivate devono essere dimensionate per il 100% del carico.			

Potenza di riferimento per prese a spina

- 2 x 10A + T 50W cad.
- 2 x 16A + T 200W cad.; nei corridoi, atri, ambienti secondari, per i locali dell'area alberghiera, ecc.
- 2 x 16A + T 250W cad.; per i locali dell'area amministrazione
- 2 x 16A + T 350W cad.; nelle camere di degenza ed assimilate
- 2 x 16A + T 500W cad.; laboratori, ambulatori, cucinette, ecc.

2.5.2 Canalizzazioni

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

2.5.3 Tubi protettivi, cassette di derivazione

I sistemi di tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio, ed avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50086-1 (Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni generali)
- CEI EN 50086-2-1 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori)
- CEI EN 50086-2-2 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori)
- CEI EN 50086-2-3 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori)
- CEI EN 50086-2-4 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati)
- CEI EN 60529

l'impianto in progetto, si prevede di realizzare canalizzazioni esterne.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 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 refillare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale.

Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e 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 devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve 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;

qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti ai 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 seguente tabella:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI

(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

diam.	Sezione dei cavetti in mmq								
e/diam.i									
Mm	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(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

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 sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. E' inoltre vietato collocare nelle stesse incassature montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive.



2.5.4 Canalette porta cavi

I sistemi di canalizzazione devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

canale, testata, giunzioni piana lineare, deviazioni, derivazione, accessori complementari, elementi di sospensione, elementi di continuità elettrica.

Indicazioni per la sicurezza:

i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).

il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema

Indicazioni di buona tecnica

le prese telefoniche ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 120 mm dal pavimento finito.

le prese elettriche di serie civili ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8).

il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia.

Riferimenti normativi:

- CEI 23-31
- CEI EN 60529

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire una occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-9.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.) opportune barriere devono separare i cavi a tensione nominali differenti.

I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

Devono essere previsti per canali metallici necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiama che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle reti.



Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

I canali metallici saranno previsti in acciaio zincato a caldo, o alternativamente in acciaio galvanicamente protetto, e dovranno risultare idonei per la posa a parete o in sospensione.

I canali metallici sono previsti in progetto per la distribuzione dal quadro generale ai quadri di piano ed alla colonna montante, per il collegamento tra quadri elettrici, per la distribuzione principale all'interno del Serbatoio Alto e all'interno delle camere di manovra e del cunicolo.

Dovrà essere prevista la possibilità di installare all'interno dei canali metallici, separandoli attraverso opportuni setti distanziatori, i cavi appartenenti ai seguenti circuiti: energia;

illuminazione ordinaria;

illuminazione di sicurezza;

trasmissione dati.

2.5.5 Canali in materiale plastico isolante

I sistemi di canalizzazione devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

canale

testata

giunzioni piana lineare

deviazioni

derivazione

accessori complementari

elementi di sospensione

Indicazioni per la sicurezza

i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).

il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

Indicazioni di buona tecnica

le prese telefoniche ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 120 mm dal pavimento finito.



le prese elettriche di serie civili ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8).

il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia.

Riferimenti normativi:

CEI 23-32

CEI EN 60529

I canali plastici dovranno avere grado di protezione verso i cavi e le parti attive almeno IP20, e dovranno risultare idonee per la posa a parete.

Dovrà essere prevista la possibilità di installare all'interno dei canali plastiche, separandoli attraverso opportuni setti distanziatori, i cavi appartenenti ai seguenti circuiti: energia;

illuminazione ordinaria;

illuminazione di sicurezza;

trasmissione dati.

2.5.6 Sistemi di passerelle metalliche e loro accessori ad uso portacavi

I sistemi di passerelle portacavi (chiuse o a filo) devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

canale, testata, giunzioni piana lineare, deviazioni, derivazione, accessori complementari, elementi di sospensione, elementi di continuità elettrica.

Riferimenti normativi:

CEI EN 61537 (CEI 23-76) - Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini

Indicazioni per la sicurezza

Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema

Nel caso di coesistenza di circuiti di impianti diversi (telefonici, trasmissione dati, ecc.), devono essere previsti scomparti differenti utilizzando appositi separatori.

Le passerelle saranno previste in acciaio zincato a caldo, o alternativamente in acciaio galvanicamente protetto, e dovranno risultare idonee per la posa a parete o in sospensione.



Le passerelle sono previste in progetto per la distribuzione dal quadro generale ai quadri di piano ed alla colonna montante, per il collegamento tra quadri elettrici, per la distribuzione principale all'interno del Serbatoio Alto e all'interno delle camere di manovra e del cunicolo.

Dovrà essere prevista la possibilità di installare all'interno delle passerelle, separandoli attraverso opportuni setti distanziatori, i cavi apparenti ai seguenti circuiti:

- energia;
- illuminazione ordinaria;
- illuminazione di sicurezza;
- trasmissione dati.

2.5.7 Cassette di derivazione e di giunzione

Riferimenti normativi:

CEI 23-48 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 60670-1 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 60670-22 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 22: Prescrizioni particolari per scatole e involucri di derivazione.

Indicazioni per la sicurezza

I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo; sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza "normalizzata". Tutte le cassette devono poter contenere i morsetti di giunzione e di derivazione.

Per cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere previsti opportuni setti separatori.

Indicazioni di buona tecnica

Nelle cassette di derivazione lo spazio occupato dai morsetti e dai cablaggi non deve essere superiore al 50% del massimo disponibile. Tale requisito è obbligatorio nel caso di impianti elettrici situati in unità immobiliari ad uso residenziale situate all'interno dei condomini o di unità abitative mono o plurifamiliari.

Le cassette devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, e costruite in materiale isolante o metallico.

Devono poter essere installate a parete o ad incasso (sia in pareti piene che a doppia lastra con intercapedine) con sistema che consenta planarità e parallelismi.

Nella versione da parete, le scatole devono avere grado di protezione almeno IP40.



2.5.8 Morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle a mezzo di apposite morsettiere e morsetti aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

CEI EN 60947-7-1

CEI EN 60998-1

CEI EN 60998-2-2

CEI EN 60998-2-3

CEI EN 60998-2-4

Morsetti componibili su guida:

EN 50022 (guida a "Ω")

EN 50035 (guida a "C")

Morsetti per derivazione volanti:

a vite

senza vite

a cappuccio

a perforazione di isolante

2.5.9 Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, interrati

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà precedere 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 di 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (od i cavi) senza premere e senza fare affondare artificialmente nella sabbia;

si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno cm 15 più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);

sulla sabbia così posta in opera si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà il diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm 5 od al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi);



sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni ai manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.

Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm.50 misurando sull'estradosso della protezione di mattoni.

Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dalla ditta appaltatrice.

2.5.10 Posa di cavi elettrici, isolati con guaina, in tubazioni interrate o non interrate, od in cunicoli non praticabili

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 dalla DL.

Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto, ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei, ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Al contrario, 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 (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il rinterro, ecc. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate. Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni m. 30 circa, se in rettilineo;
- ogni m. 15 circa, se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro, e comunque non inferiore ai raggi di curvatura minimo prescritti dal produttore dei cavi.

Posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina, o di conduttori elettrici nudi



Per la posa aerea di cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI. La ditta appaltatrice potrà richiedere una maggiorazione di compensi se deriveranno ad essa maggiori oneri dall'applicazione di nuove norme rese note in data posteriore alla pubblicazione del bando di gara effettuata secondo le disposizioni di legge vigenti.

Questi compensi saranno valutati come prescritto dal Regolamento n°350/1895.

Se non diversamente specificato in sede di appalto, la fornitura di tutti i materiali e la loro messa in opera per la posa aerea in questione (pali di appoggio, mensole, isolatori, cavi, accessori, ecc.) sarà di competenza della ditta appaltatrice. Tutti i rapporti con terzi (istituzioni di servitù di elettrodotto, di appoggio, di attraversamento, ecc.), saranno di competenza esclusiva ed a carico dell'Amministrazione appaltante, in conformità di quanto disposto al riguardo dal Testo Unico di legge sulle Acque e sugli Impianti Elettrici, di cui regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775.

2.6 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

2.6.1 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

La Norma CEI 64-8 dà le prescrizioni riguardanti la protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti delle condutture. Nella scelta dei dispositivi di protezione si devono osservare le seguenti condizioni:

Protezione contro i sovraccarichi:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_Z = portata delle condutture;

I_B = corrente di impiego del circuito;

La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

1 - all'inizio della condotta

2 - alla fine della condotta

3 - in un punto qualsiasi della condotta

Per le condizioni 2-3 ci si deve accertare che non vi siano né derivazioni né prese a spina a monte della protezione e la condotta risulti protetta contro i corto circuiti.



Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi vanno installate all'inizio della condotta.

Nota: si ricorda che in alcuni casi, come ad esempio le condutture che alimentano utilizzatori termici o apparecchi di illuminazione, le quali non possono dar luogo a sovraccarichi pericolosi, si può omettere la protezione contro i sovraccarichi.

Nei circuiti di sicurezza la protezione contro i sovraccarichi è sconsigliata; se comunque per la protezione contro le sovracorrenti vengono usati interruttori automatici provvisti di relè termico, l'apparecchio deve avere una corrente nominale relativamente elevata (ad esempio indicativamente pari ad almeno due/tre volte la IB).

Protezione contro i corto circuiti:

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

dove:

(I²t) = integrale di Joule lasciato passare dal dispositivo di protezione per la durata del corto circuito;

S = sezione del conduttore

K= coefficiente che varia con il variare del tipo di cavo; è uguale a 115 per cavi in rame isolati in PVC, a 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria ed a 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato;

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della condotta.

Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della condotta purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente alle due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- sia realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne
- sia realizzato in modo che anche in caso di corto circuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, ad esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.



In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

Nota: le protezioni contro le sovracorrenti sono generalmente assicurate da un unico dispositivo. Nel caso di impiego di dispositivi separati, qualora esista la possibilità di corto circuito nel tratto di condotta tra i due dispositivi, si consiglia di installare la protezione da sovraccarico a valle di quella da corto circuito.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate.

E' 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 I^2t 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.

2.6.2 Protezione di circuiti particolari:

- a) devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
- b) devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
- c) devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;

2.6.3 Materiali di rispetto

Per la scorta di materiali di rispetto vengono date, a titolo esemplificativo, le seguenti indicazioni:

fusibili con cartuccia a fusione chiusa, per i quali dovrà essere prevista, come minimo, una scorta pari al 20% di quelli in opera;

bobine di automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di una unità;

una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;

lampadine per segnalazioni; di esse dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera.

2.6.4 Maggiorazioni dimensionali rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge

Ad ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente capitolato speciale tipo, rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI o



di legge, sono adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

2.6.5 Sezionamento e comando

La Norma CEI 64-8 contiene nel Capitolo IV, le prescrizioni relative al sezionamento e comando. Deve essere previsto un interruttore su ogni circuito salvo casi particolari.

Nel sistema TT l'interruttore deve poter sempre sezionare anche il conduttore di neutro.

Nei sistemi TN-S il sezionamento del neutro può essere evitato nei circuiti trifase ma non nei circuiti terminali fase neutro con neutro protetto da dispositivo fusibile a monte.

Nei sistemi TN-C il conduttore PEN non deve mai essere sezionato; il sezionamento deve essere effettuato solo mediante dispositivo apribile con attrezzo per effettuare misure.

Nei quadri alimentati da due o più sorgenti deve essere prevista una scritta od un cartello ammonitore per avvertire della necessità di sezionare tutte le parti in tensione quando, per ragioni di manutenzione, si debba accedere alle parti attive.

Nei quadri di notevole dimensione può essere previsto in aggiunta alla scritta o ai cartelli ammonitori, un interblocco che ponga fuori tensione le parti a cui si deve accedere.

Si devono prevedere dispositivi per assicurare la scarica dell'energia accumulata (per esempio in condensatori).

Quando il dispositivo di sezionamento non è sotto il controllo dell'operatore si deve ad esempio ottemperare ad una delle seguenti prescrizioni:

- sistemazione in involucro chiuso a chiave
- sistemazione in involucro in locale chiuso a chiave
- blocchi meccanici
- scritta o altra opportuna segnaletica (questa misura di protezione è vietata negli ambienti ai quali abbia accesso il pubblico.)

Dovranno essere presi provvedimenti contro l'accesso a parti attive nei quadri di notevole dimensione alimentati da due o più sorgenti, a mezzo di cartelli monitori o di interblocchi.

Contro la manovra intempestiva del dispositivo di sezionamento, dovranno essere presi provvedimenti quali la sistemazione in un involucro chiuso a chiave o in un locale chiuso a chiave, o tramite un blocco meccanico.



2.6.6 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La Norma CEI 64-8 prevede varie misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici si rammentano le disposizioni dell'articolo 6 del DM 37/08

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE (SISTEMI SELV e PELV) Per attuare questa protezione, che prevede una tensione ≤ 50 V in c.a. e ≤ 120 V in c.c., devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

a) Alimentazione da:

- trasformatore di sicurezza o altra sorgente con caratteristiche di isolamento simili
- batteria
- gruppo elettrogeno

b) Circuiti così composti:

- le parti attive e le masse non devono essere collegate a terra
- elettricamente separati dagli altri circuiti
- le prese a spina non devono essere intercambiabili con quelle degli altri sistemi né avere il contatto di terra (eccetto PELV per il solo contatto di terra)

c) La protezione dai contatti indiretti non è richiesta

Prescrizioni riguardanti solo i circuiti PELV

Il circuito, a differenza del sistema SELV, presenta un punto collegato a terra, quindi si devono soddisfare le seguenti prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti:

a) mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB

b) con isolamento capace di tenere 500 V per un minuto

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI PROTEZIONE FUNZIONALE (SISTEMI FELV)

Quando si utilizza una tensione ≤ 50 V in c.a. o ≤ 120 V in c.c., e per ragioni funzionali non sono soddisfatte tutte le prescrizioni dei sistemi SELV e PELV, si devono adottare le seguenti protezioni:

Protezione contro i contatti diretti

- mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB, o



- per superfici superiori orizzontali mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD, oppure
- con isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario.

Protezione contro i contatti indiretti

- mediante interruzione automatica con collegamento delle masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema del primario
- in un sistema alimentato con la misura di protezione mediante separazione elettrica si devono collegare le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non collegato a terra.
- Le prese a spine devono avere il contatto di messa a terra

PROTEZIONE TOTALE

Protezione mediante isolamento delle parti attive:

- tutte le parti attive devono essere adeguatamente isolate
- l'isolamento deve essere rimosso solo mediante distruzione
- l'isolamento dei quadri elettrici deve soddisfare le relative Norme

Protezione mediante involucri o barriere

- gli involucri o le barriere devono assicurare un grado di protezione IP2X o IPXXB e per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado IP4X o IPXXD.

Quando è necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, ciò deve essere possibile solo:

- a) con uso di chiave o attrezzo
- b) se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi
- c) se, quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o attrezzo

PROTEZIONE PARZIALE

Protezione mediante ostacoli

Possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale.

Gli ostacoli devono impedire:



- l'avvicinamento non intenzionale a parti attive
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione

Protezione mediante distanziamento:

Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.

PROTEZIONE ADDIZIONALE

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori. La protezione a mezzo di interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA è comunque richiesta nei seguenti impianti:

- domestici per circuiti di prese a spina fino a 20 A
- nel caso di circuiti che alimentano prese a spina fino a 32 A destinate ad apparecchi mobili usati all'esterno devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione totale o parziale.

PROTEZIONE CON IMPIEGO DI COMPONENTI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE (isolamento doppio o rinforzato)

Questa misura si basa sulla scarsa probabilità che si verifichi una situazione di pericolo nell'impianto elettrico, con due cedimenti contemporanei dell'isolamento.

PROTEZIONE PER SEPARAZIONE ELETTRICA

Per attuare questa protezione il circuito deve essere alimentato da:

- un trasformatore d'isolamento
- una sorgente con caratteristiche di sicurezza equivalenti al trasformatore d'isolamento

Le caratteristiche del circuito separato devono essere le seguenti:

- tensione nominale non superiore a 500 V
- lunghezza massima del circuito 500 m
- il prodotto della tensione nominale in volt per la lunghezza in metri non deve superare il valore di 100.000 V m
- le parti attive non devono essere collegate a terra né collegate a nessun altro circuito
- la separazione verso eventuali altri circuiti elettrici deve essere almeno equivalente a quella richiesta tra gli avvolgimenti del trasformatore d'isolamento.

È consigliabile usare cavi o condutture distinti, oppure:



- si devono impiegare cavi multipolari sotto guaina non metallica
- si devono impiegare cavi unipolari posati in condotti isolati

Le masse non devono essere collegate intenzionalmente né con la terra né con le masse, o con i conduttori di protezione di altri circuiti, né con masse estranee.

Se il circuito separato alimenta un solo apparecchio non si deve effettuare il collegamento equipotenziale.

Se il circuito separato alimenta più apparecchi si devono osservare le seguenti prescrizioni:

1)	le masse del circuito separato devono essere collegate tra loro con conduttori equipotenziali isolati non collegati a terra. E' vietata l'interconnessione fra questi conduttori con il conduttore di protezione, le masse di altri circuiti e le masse estranee
2)	tutte le prese a spina del circuito separato devono avere un contatto di terra collegato al conduttore equipotenziale
3)	tutti i cavi flessibili degli apparecchi elettrici (escluso quelli di classe II) devono avere un conduttore di protezione da utilizzare come conduttore equipotenziale
4)	la protezione contro il doppio guasto verso massa di due fasi distinte deve intervenire entro i tempi previsti dalla tabella 41A e da quelle dei "tempi di interruzioni massimi (CEI 64-8)

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA SENZA PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE "SISTEMA TT"

PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DEL CIRCUITO

Per i sistemi di I categoria, senza propria cabina di trasformazione, sistema TT, la protezione contro i contatti indiretti deve essere attuata mediante impianto di terra locale, coordinato esclusivamente con interruttori automatici differenziali.

Tale condizione si ritiene soddisfatta con l'applicazione della seguente formula: $RE \times I_{dn} < U_L$

Dove:

RE è la resistenza del dispersore

I_{dn} è la corrente differenziale nominale

U_L è la tensione di sicurezza o di contatto limite (50 V)

Per la protezione contro i contatti indiretti di apparecchiature trifasi con la sezione raddrizzatrice connessa direttamente alla linea di alimentazione si utilizzano interruttori differenziali, ove è richiesto che gli interruttori differenziali siano in grado



di rilevare anche guasti verso terra in corrente continua. Esempi di queste apparecchiature trifasi sono: UPS, TAC, RM, impianti fotovoltaici azionamenti a velocità variabile, convertitori c.a./c.c. ecc..

In presenza di correnti di guasto non alternate devono essere utilizzati solo differenziali di tipo A o di tipo B.

Nel caso in cui si ritenga opportuno ottenere una più efficace protezione addizionale contro i contatti diretti è possibile installare un interruttore automatico differenziale ad altissima sensibilità $I_{dn} = 0,01A$.

Va tenuto presente che gli interruttori differenziali ad altissima sensibilità possono determinare interventi intempestivi e vanno pertanto usati solo per circuiti finali.

L'impiego di questa protezione addizionale può essere previsto soprattutto a protezione dei locali ove le persone sono più vulnerabili dai contatti con le parti conduttrici (esempio bagni, lavanderie, camere bambini,).

Nel caso di più dispositivi di protezione si considera la corrente di intervento più elevata. Inoltre:

Le masse dell'impianto utilizzatore devono essere collegate all'impianto di terra locale a mezzo apposito conduttore di protezione.

Ove necessario le masse estranee devono anch'esse essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori equipotenziali principali o supplementari (es. bagni, piscine), o supplementari.

Tutte le prese a spina di apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra delle masse, devono avere il polo di terra collegato al conduttore di protezione.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA CON PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE "SISTEMA TN".

Per i sistemi di I categoria, con propria cabina di trasformazione, sistema TN, la protezione contro i contatti indiretti deve essere effettuata mediante messa a terra di un punto del sistema (solitamente il neutro dei trasformatori MT/BT) e collegamento delle masse a quel punto, tramite conduttore di protezione.

A tale conduttore di protezione devono essere collegate ove necessario tutte le masse estranee mediante conduttori equipotenziali principali o supplementari.

Tutte le prese a spina di apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra, devono avere il polo di terra delle masse collegato al conduttore di protezione.



La protezione deve essere coordinata in modo tale da assicurare, per i circuiti di distribuzione, l'interruzione del circuito guasto entro 5 s.

Per tutti i circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione da sovracorrenti aventi correnti nominali ≤ 32 A il tempo di intervento deve essere in accordo con le tabelle 41A oppure con quella dei Tempi di interruzione massimi (CEI 64-8) per il coordinamento con interruttori differenziali

Per soddisfare tale prescrizione si deve verificare la seguente condizione: $I_a \leq U_0 / Z_S$ dove:

U_0 = è il valore in volt della tensione nominale c.a., valore efficace tra fase e terra

Z_S = è il valore totale dell'impedenza, in ohm, del circuito guasto, per guasto franco a terra

I_a = è il valore, in ampere, della corrente d'intervento del dispositivo di protezione (di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali).

Si raccomanda che le protezioni siano realizzate per i circuiti terminali con dispositivo differenziale per le difficoltà che si possono avere nell'ottenere valori sufficientemente bassi di Z_S e per tener conto di possibili guasti a terra con valori di impedenza significativi.

2.6.7 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.

2.6.8 Impianto di terra

Per impianto di terra si intende l'insieme:

- dei dispersori
- dei conduttori di terra
- del collettore o nodo principale di terra



- dei conduttori di protezione
- dei conduttori equipotenziali

In ogni tipologia edilizia è fondamentale realizzare un impianto di messa a terra opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

Impianti a tensione nominale > 1000 V c.a.

Per quanto riguarda questi impianti la norma di riferimento è la CEI 11-1.

ELEMENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA

Dispersore

E' la parte che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in accordo con la Norma CEI 64-8

E' economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla



profondità del dispersore, da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi

Conduttore di terra

È il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra

loro, ed è generalmente costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro. Deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego.

Possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

Il conduttore di terra deve avere le seguenti sezioni minime:

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima (mm ²)
Protetto contro la corrosione (es. con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

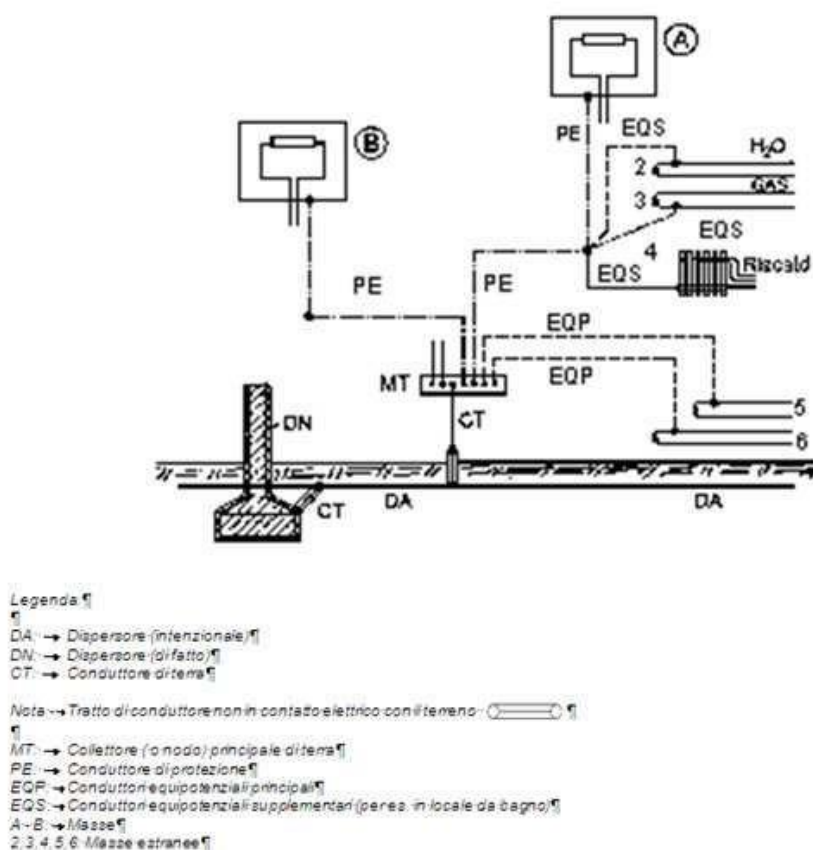
- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di



- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

ESEMPIO DEI COLLEGAMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA



2.6.9 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:

a) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione: $R_t \leq 50/I_s$ dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nella condizione più sfavorevole 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;

b) 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.

2.6.10 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.

2.7 PRESCRIZIONI SULLE APPARECCHIATURE

Interruttori di manovra - sezionatori modulari per correnti nominali fino a 63 A con o senza fusibili

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norme CEI (17-18)).

Nei circuiti (es: protezione di strumenti, circuiti ausiliari, ecc) ove sia necessario prevedere interruttori di manovra - sezionatori, si devono impiegare apparecchi modulari coordinati con la gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali, aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: CEI EN 60947-3 (CEI 17-11)

Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz

N° poli: 1, 2, 3, 4

Corrente nominale fino a 63 A



Possibilità di scelta negli accessori

Protezione almeno IP20 durante la sostituzione della cartuccia

Adatti al fissaggio su profilato EN 50022

Modulo base 17,5 mm

2.7.1 Interruttori automatici differenziali modulari senza sganciatori di sovracorrente (puri) per uso domestico e similare

Gli interruttori automatici differenziali modulari senza sganciatori di sovracorrente puri devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: CEI EN 61008-1 (CEI 23-42), CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale fino a 125 A N° poli: 2, 4

Idn: 0,03 A, 0,1 A, 0,3 A, 0,5 A

Gli interruttori differenziali puri vanno sempre associati ad adeguati dispositivi di protezione da sovracorrente (vedere schede relative)

Sensibilità alla forma d'onda della corrente di guasto:

solo per corrente alternata (tipo AC)

anche per correnti pulsanti unidirezionali (tipo A)

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

2.7.2 Interruttori automatici differenziali selettivi senza sganciatori di sovracorrente (puri) per uso domestico e similare

Gli interruttori automatici differenziali selettivi modulari senza sganciatori di sovracorrente puri devono avere le seguenti caratteristiche:


Riferimenti normativi: CEI EN 61008-1 (CEI 23-42), CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale da 25 A fino a 125 A

N° poli: 2, 4

Idn: 0,1 A, 0,3 A, 0,5 A

Gli interruttori differenziali selettivi puri (contraddistinti in targa con il simbolo ) vanno sempre associati ad adeguati dispositivi di protezione da sovracorrente (vedere schede relative).

Sensibilità alla forma d'onda della corrente di guasto:



solo per corrente alternata (tipo AC)

anche per correnti pulsanti e/o unidirezionali (tipo A)

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

2.7.3 Interruttori automatici differenziali senza sganciatori di sovracorrente (puri) di tipo B

Gli interruttori automatici differenziali senza sganciatori di sovracorrente puri devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: IEC 60775

Tensione nominale di impiego 400 V a 50 Hz

Corrente nominale fino a 63 A

Installazione: a scatto su profilati EN 50022 oppure fissato su piastra di fondo

N° poli: 4

Idn: 0,03 A, 0,3 A, selettivo

Indicazioni di buona tecnica

- gli interruttori differenziali puri vanno sempre associati ad adeguati dispositivi di protezione da sovracorrente (vedere schede relative).

sensibilità alla forma d'onda della corrente di guasto per correnti continue ed anche per corrente alternata e per correnti pulsanti unidirezionali

2.7.4 Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare

Gli interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: CEI EN 60898 (CEI 23-3)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz:

tensione nominale in corrente continua 12-24 V

Corrente nominale fino a 125 A

Potere d'interruzione I_{cn} in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: 3 kA, 4,5 kA, 6 kA, 10 kA, 15 kA, 20 kA, 25 kA

Caratteristica d'intervento in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: B, C e D

N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4

Modulo base 17,5 mm



Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

2.7.5 Interruttori automatici differenziali modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare

Gli interruttori automatici differenziali modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: CEI EN 61009-1 (CEI 23-44), CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz:

Corrente nominale fino a 125 A

Potere d'interruzione I_{cn} in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: 3 kA, 4,5 kA, 6 kA, 10 kA, 15 kA, 20 kA, 25 kA

Caratteristica d'intervento in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: B, C e D

N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4

Idiff: 0,03 A, 0,1 A, 0,3 A, 0,5A

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

Interruttori automatici differenziali selettivi con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare

Gli interruttori automatici differenziali selettivi con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: CEI EN 61009-1 (CEI 23-44), CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz:

Corrente nominale da 25A fino a 125 A


Potere d'interruzione I_{cn} in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: 3 kA, 4,5 kA, 6 kA, 10 kA, 15 kA, 20 kA, 25 kA

Caratteristica d'intervento in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: B, C e D

N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4

Idiff: 0,03 A, 0,1 A, 0,3 A, 0,5°

Gli interruttori differenziali selettivi con sganciatore di sovracorrente sono

contraddistinti dal simbolo 

Sensibilità alla forma d'onda della corrente di guasto:



solo corrente alternata (tipo AC)

anche per correnti pulsanti unidirezionali (tipo A)

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

2.7.6 Interruttori automatici modulari sganciatori di sovracorrente

Gli interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente con potere di interruzione > 10 kA, devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi: CEI EN 60947-2 (CEI 17-5)

Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale fino a 125A

Funzioni di sezionamento

Potere d'interruzione Icu: 15 kA, 20 kA, 25 kA

N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di associare contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

2.7.7 Interruttori automatici differenziali modulari sganciatori di sovracorrente

Gli interruttori automatici differenziali con sganciatori di sovracorrente con potere di interruzione > 10 kA, devono avere le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi: CEI EN 60947-2 (CEI 17-5)
- Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz
- Corrente nominale fino a 125A
- Funzioni di sezionamento
- Potere d'interruzione Icu: 15 kA, 20 kA, 25 kA
- N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4
- Modulo base 17,5 mm
- Montaggio a scatto su profilato EN 50022
- Idiff 0,03 A, 0,1 A, 0,3 A, 0,5 A, 1 A
- Possibilità di associare contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.
- Sensibilità alla forma d'onda della corrente di guasto:
 - o solo per corrente alternata (tipo AC)



- anche per correnti pulsanti unidirezionali (tipo A)
- possibilità di associare contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura

2.7.8 Interruttori automatici modulari di protezione motore

Gli interruttori automatici modulari di protezione motore devono avere le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi: CEI EN 60947-2 (CEI 17-5), CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50)
- Tensione nominale di impiego: fino a 690 V a 50 Hz
- N° poli: 3
- Massima potenza manovrabile con durata meccanica ed elettrica (AC3) di 100000 manovre:
 - 7 kW a 230V
 - 12,5 kW a 400V
 - 16 kW a 500V
 - 22 kW a 690V
- Massima potenza manovrabile con durata meccanica ed elettrica (AC3) di 50000 manovre:
 - 22 kW a 230V
 - 45 kW a 400V
 - 55 kW a 500V
 - 55 kW a 690V
- Corrente di corto circuito: 50 kA a 400 V
- Funzione di sezionamento
- Sganciatori termici: con regolazione simultanea sulle 3 fasi
- Montaggio: a scatto su profilato EN 50022 con posizione di montaggio qualsiasi
- Grado di protezione: almeno IP 20
- Modularità:
 - raccomandata su modulo base 17,5 mm.
 - altra modularità su modulo base
- Accessoriabilità:
 - custodia protetta con grado di protezione almeno IP 44
 - bobina di sgancio a distanza
 - bobina di minima tensione



- telecomando a distanza
- contatti ausiliari e di segnalazione
- limitatore di corrente supplementare
- manovra lucchettabile

2.7.9 Interruttori scatolari

Gli Interruttori automatici in scatola isolante per impiego in BT, $I_u=160$ A a struttura portante tri/tetrapolare previsti devono essere conformi alle norme IEC 60947-2 ed alla direttiva CE, devono avere coprimorsetti isolanti, e sganciatori termomagnetici regolabili (soglia di protezione contro sovraccarico regolabile da 0,7 a 1 volta la taratura nominale dello sganciatore) con I_n da 16 a 160 A e soglia magnetica fissa a $10 I_n$ (valore minimo 500 A).

Tali interruttori devono avere doppio isolamento che garantisce il massimo grado di sicurezza per l'operatore durante l'accessoriamento interno dell'interruttore.

Devono avere elevata limitazione della corrente di corto circuito (corrente di picco limitata fino a 440 V AC inferiore a 17 kAp indipendentemente dalla taratura e dal potere di interruzione) che consente l'utilizzo dell'interruttore come generale di quadro (ANS e AS) senza che sia necessaria la verifica della tenuta al cto cto per il quadro in accordo alla normativa IEC 60439-1.

Il meccanismo di comando dell'interruttore deve essere di tipo a sgancio libero indipendente dalla forza esercitata sulla leva di comando.

La leva di manovra deve indicare sempre la posizione precisa dei contatti mobili dell'interruttore, garantendo così segnalazioni sicure ed affidabili.

Gli accessori devono essere applicati dal fronte, senza cablaggio e con il minor numero possibile di utensili.

Devono avere accessori disponibili (maniglia rotante diretta, e rinviata su porta della cella IP54, contatti ausiliari, sganciatore di apertura/minima tensione, blocchi a chiave e a lucchetti, comando a solenoide di tipo sovrapposto o affiancato, sganciatori differenziali dedicati). Le caratteristiche minime richieste devono essere le seguenti:

Contenitore isolante con caratteristica di doppio isolamento

Attitudine al sezionamento

Tensione nominale di impiego	: 690 V
Tensione di prova per 1'	: 3000 V
Tensione nominale di tenuta a impulso	: 8 kV
Potere di interruzione limite a 380/415 V (I_{cu})	: 16/25/36 kA
Potere di interruzione di servizio a 380/415 V (I_{cs})	: 100/75/50% I_{cu}



*"Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale"*
Progetto esecutivo

Potere di chiusura su c.c. a 380/415 V : 32/52.5/75,6 kA

Frequenza di esercizio : 50/60 Hz

Categoria di utilizzazione : A

Gli Interruttori automatici in scatola isolante per impiego in BT, $I_u=250$ A a struttura portante tri/tetrapolare devono essere conformi alle norme IEC 60947-2 ed alla direttiva CE, per impiego in BT, devono avere coprimorsetti isolanti, dotato dei seguenti sganciatori di massima corrente:

Sganciatore termomagnetico per distribuzione, con soglia di protezione contro il sovraccarico regolabile da 0,7 a 1 volta la taratura nominale ($I_1=0,7-1 \times I_n$), soglia di protezione contro il corto circuito fissa a 10 volte la taratura nominale ($I_3= 10 \times I_n$).

Tarature: $I_n= 1-160$ A.

Il meccanismo di comando dell'interruttore deve essere di tipo a sgancio libero indipendente dalla forza esercitata sulla leva di comando.

L'interruttore deve essere caratterizzato dal doppio isolamento che garantisce il massimo grado di sicurezza per l'operatore durante l'accessoriamento interno dell'interruttore.

La leva di manovra deve indicare sempre la posizione precisa dei contatti mobili dell'interruttore, garantendo così segnalazioni sicure ed affidabili.

Gli accessori devono essere applicati dal fronte, senza cablaggio e con il minor numero possibile di utensili.

Tali interruttori devono avere accessori disponibili (maniglia rotante diretta, e rinviata su porta della cella IP54, contatti ausiliari, sganciatore di apertura/minima tensione, blocchi a chiave e a lucchetti, comando a solenoide di tipo sovrapposto o affiancato, sganciatori differenziali dedicati). Le caratteristiche minime richieste devono essere le seguenti:

Contenitore isolante con caratteristica di doppio isolamento

Attitudine al sezionamento

Tensione nominale di impiego : 690 V

Tensione di prova per 1' : 3000 V

Tensione nominale di tenuta a impulso : 8 kV

Potere di interruzione limite a 380/415 V (I_{cu}) : 36/50/70/85 kA

Potere di interruzione di servizio a 380/415 V (I_{cs}) : 100%/100%/100%/75% I_{cu}

Potere di chiusura su c.c. a 380/415 V : 75,6/105/154/187 kA

Frequenza di esercizio : 50/60 Hz

Categoria di utilizzazione : A



Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità del servizio.

Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 (Norme CEI 17-5) onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

2.7.10 Contattori ed avviatori

I contattori e gli avviatori devono avere le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50)
- Tensione massima d'impiego: 690 V a 50 Hz
- Gamma per comando di motori fino a 250 kW (AC3) a 400 V e a 50 Hz
- Montaggio a scatto su profilato guida EN 50022 per contattori fino a 30 kW ca. di potenza
- I contattori devono poter essere corredabili di contatti ausiliari
- Contatti ausiliari:
 - o $I_e = 6 \text{ A}$ fino a 127 V (AC 15)
 - o $I_e = 4 \text{ A}$ oltre 127 V fino a 230 V (AC 15)
- Aggancio meccanico:
- Numero manovre:
 - o manovre meccaniche 10×10^6 e manovre elettriche (400 V-AC3) 1×10^6
 - o manovre meccaniche 5×10^6 e manovre elettriche (400 V-AC3) $0,5 \times 10^6$
- Relé termici degli avviatori sensibili a mancanza fase disponibili per tutta la gamma. L'insieme contattore e relativo sganciatore termico (avviatore) deve essere protetto da un dispositivo di protezione contro il corto circuito costituito da interruttore automatico o da fusibili

2.7.11 Limitatori di sovratensione (SPD)

I limitatori di sovratensione devono avere le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi: CEI EN 61643-11 (CEI 37-8)
- Tensione nominale: 230V c.a. - 400V c.a.
- Classe d'impiego:



- Tipo 1 in classe di prova I (da installare all'origine dell'impianto protetto contro i fulmini mediante LPS), con $I_{imp} = 12,5 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$ - $I_{imp} = 20 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$ - $I_{imp} = 40 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
- Tipo 2 in classe di prova II (da installare all'origine dell'impianto senza LPS e/o su quadri di distribuzione), con $I_n = 10 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$ - $I_n = 15 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$ - $I_n = 20 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$ -
- Tipo 3 in classe di prova III (da installare sui circuiti terminali) $U_{0c} = 6 \text{ kV}$ - $U_{0c} = 10 \text{ kV}$
- Tensione massima residua: $U_p = 0,8 \text{ kV}$ $U_p = 1 \text{ kV}$ $U_p = 1,2 \text{ kV}$ $U_p = 1,8 \text{ kV}$ $U_p = 2,5 \text{ kV}$
- Tipo di protezione:
- Modo comune (tra conduttore attivo e terra)
- Modo comune e modo differenziale (anche tra conduttori attivi)
- Dispositivo di protezione coordinato: Integrato o Separato
- Dispositivo di segnalazione di fine vita presente
- N° poli:
- Monofase (fase-terra)
- Monofase con neutro (fase-terra, neutro-terra, fase-neutro solo per modo differenziale) Trifase
- Trifase con neutro (fase terra, neutro terra, fase neutro solo per modo differenziale)
- Modulo base: 17,5 mm per profilati EN 50022

2.7.12 Basi portafusibili e fusibili

La basi portafusibili e i fusibili devono avere le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi: - CEI EN 60269-1 (CEI 32-1), CEI EN 60269-2 (CEI 32-4), CEI EN 60269-3 (CEI 32-5)
- Tensione nominale: 230V c.a., 400V c.a., 500V c.a., 690V c.a.
- Tipo di basi portafusibili:
 - o basi portafusibili e fusibili per uso domestico e similare, con potere d'interruzione 20 kA, 50 kA, 100 kA, N° poli: 1, 1+N, 2, 3 e 3+N, Corrente nominale fino a 100 A, Montaggio a scatto su profilato EN 50022
 - o basi portafusibili e fusibili per uso di tipo industriale, Corpo del fusibile in steatite o similare, N° poli: 1, 2 e 3, Corrente nominale fino a 1250 A, Potere d'interruzione 100 kA



2.8 PRESCRIZIONI PER QUADRI ELETTRICI

2.8.1 Prescrizioni generali

I quadri di comando devono essere muniti di profilati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche.

Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra della apparecchiature e deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature.

I quadri della serie devono essere costruiti in modo da dare la possibilità di essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura a chiave a seconda della decisione della Direzione Lavori .

I quadri di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono appartenere a una serie di elementi componibili di profondità adeguata

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature, deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature.

Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave. Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

Il grado di protezione minimo è di IP 55 per i quadri da installarsi all'interno dei serbatoi, negli appositi locali identificati in progetto, mentre sarà minimo IP65 per i quadri e gli armadi stradali da collocarsi in corrispondenza delle stazioni di telecontrollo distribuite lungo la rete.

Il grado di protezione minimo deve essere comunque adeguato all'ambiente di installazione.

2.8.2 Quadri di comando e di distribuzione per nodi telecontrollati

Presso le stazioni di telecontrollo distribuite lungo la rete, salvo apposite indicazioni della D.L., dovranno essere installati armadi per esterno di



comando e distribuzione, tipo RITTAL versione "CS" o equivalente, costituiti da lamiera in alluminio AlMg3, avente le seguenti caratteristiche:

- dimensioni contenitore mm. 800x1400x400, pari a 29 HE;
- contenitore modulo base, tettuccio parapiovvia e porte con spessore da 2 mm;
- zoccolo di base altezza 100 mm, in lamiera di alluminio con spessore da 3,00 mm;
- superficie del tetto, del contenitore e dello zoccolo verniciati a polveri;
- Grado di protezione IP 55 secondo EN 60529/10.91;
- Pareti laterali fisse e non asportabili;
- Accesso solo anteriore tramite portina cieca;
- Sistema di chiusura in tre punti a lucchetto con cilindro di sicurezza o equivalente;
- Parete posteriore con doppia parete avvitata dall'interno;
- Molla a gas per bloccaggio porta;
- Tetto parapiovvia alto circa 77 mm, apribile a scatto e sporgente almeno 25 mm su tutti i lati;
- lamiera di fondo monopezzo;
- piastra di montaggio interna in alluminio;
- n°1 set da 2 pezzi per installazione profilati portanti 19";
- n°1 coppia di profilati portanti completi di accessori di fissaggio regolabili in profondità, HE 29;
- n°1 contatto di segnalazione per apertura armadio.

Conformemente alle specifiche progettuali e agli elaborati grafici di progetto, laddove indicato e/o necessario, dovranno essere installati uno o più quadri l'uno in adiacenza dell'altro, al fine di permettere l'installazione di tutti gli organi di protezione e comando delle apparecchiature elettromeccaniche presenti nei nodi telecomandati.

Gli armadi così installati dovranno essere comunicanti fra di loro a mezzo cavidotti corrugati interrati, posti al di sotto della base in cls., perfettamente sigillati con apposite schiume.

L'armadio stradale dovrà essere installato su apposita base in cls, realizzata come da indicazioni della DL, perfettamente allineata e complanare al piano di posa del quadro.



Il giunto fra la base in cls e l'armadio dovrà essere opportunamente sigillata con materiali a base siliconica e schiume, tali da garantire l'impermeabilizzazione del quadro e da mantenere il grado di protezione IP dello stesso.

L'ubicazione del quadro, in prossimità dei nodi tele controllati, dovrà avvenire secondo le indicazioni della DL, e dovrà comunque essere tale da non interferire con il traffico veicolare e/o pedonale, né arrecare ostacolo o pericolo di alcun tipo.

Dal quadro dovranno partire un sufficiente numero di cavidotti corrugati interrati, separati per circuiti di potenza e circuiti di segnalazione, che giungano a ciascun pozzetto telecomandato o camera di manovra.

Nel caso di stazioni di telecontrollo alle quali facciano riferimento più nodi idraulici tele controllati, per ciascuno di questi ultimi dovranno essere predisposti specifici cavidotti, mantenendo sempre la separazione fra circuiti di potenza e circuiti di segnalazione.

2.8.3 Quadri di comando e di distribuzione in materiale isolante

Negli ambienti in cui la DL lo riterrà opportuno al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante.

In questo caso devono avere attitudine a non innescare l'incendio in caso di riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui al paragrafo 7.1.03 delle norme CEI 64-8, e comunque i quadri non incassati devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C.

I quadri devono essere composti da cassette isolanti con piastra portapparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina. Devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 30, in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono essere composti da cassette isolanti con piastra portapparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina. Devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP30, in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono consentire una installazione del tipo a doppio isolamento.



2.8.4 Istruzioni per l'utente

I quadri elettrici devono essere preferibilmente dotati di istruzione semplici e facilmente accessibili a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature nonché ad individuare le cause di guasto elettrico.

L'individuazione può essere effettuata tramite le stesse apparecchiature o dispositivi separati.

Qualora tale dispositivo abbia una lampada di emergenza incorporata, può essere omessa l'illuminazione di emergenza prevista al punto 31.8.2.

All'interno di ciascun quadro dovrà essere riportato uno schema sinottico delle apparecchiature controllate, con un chiaro ed univoco riferimento fra ciascun interruttore/pulsante e la relativa apparecchiatura ad esso collegata.

Dovranno altresì essere presenti gli schemi unifilari del quadro, e le istruzioni per l'uso e la manutenzione, il tutto in formato cartaceo, opportunamente protetto in apposite buste in materiale plastico impermeabili.

2.8.5 Prove dei materiali

La DL indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non faranno carico all'amministrazione appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incarichi. Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità o equivalente ai sensi della legge 791/18 ottobre 1977.

2.8.6 Armadi ed involucri per quadri generali

Gli armadi e gli involucri devono essere costruiti in lamiera e devono permettere la realizzazione di quadri aventi le seguenti caratteristiche:

- Riferimenti normativi:
 - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 2014 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
 - CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali



- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- Grado di protezione dell'involucro: minimo IP 55
- Forme di segregazione ammesse: forma 1 forma 2a forma 2b forma 3a forma 3b forma 4a forma 4b
- Esecuzione da pavimento, con elementi componibili o struttura monoblocco
- Dimensioni come da relazione tecnica impianti e da elaborati economici, e da validarsi con parere della D.L.
- Dotati di portello trasparente con apertura a mezzo chiave
- Predisposto per l'installazione di interruttori scatolari e aperti del tipo fissi, removibili o estraibili, e per l'installazione di interruttori modulari
- Collegamenti esterni realizzati tramite morsetteria sia in entrata che in uscita
- Predisposizione per l'entrata delle condutture dal basso

2.8.7 Quadri elettrici BT

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 2014 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
- CEI 23-49 - Involucro per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
- CEI EN 62208 - Involucro vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali



- 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 EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico che consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

Tipologie di quadri elettrici

I quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate. Di seguito sono indicate le tipologie e le caratteristiche che devono avere i quadri elettrici in relazione alle tipologie di utilizzo.

a) Quadro generale

E' il quadro che si trova all'inizio dell'impianto e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia. Quando il distributore di energia consegna in MT, il quadro che si trova immediatamente a valle dei trasformatori MT/BT di proprietà dell'utente viene definito "Power center". Le caratteristiche degli involucri per i quadri generali di BT devono essere conformi a quelle descritte nel paragrafo precedente.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole



potenze e per i quali si utilizzano gli involucri descritti nei paragrafi che seguono, è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

b) Quadri secondari di distribuzione

Sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche ecc. Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

c) Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri descritti nel seguito. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

d) Quadri locali tecnologici

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali. Normalmente in questi ambienti è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, quindi non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.



e) Quadri speciali (es. Sale operatorie, centrale di condizionamento, ecc.).

Per quadri speciali si intendono quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

Forme di segregazione

Nei quadri di rilevante potenza e in genere dove sono presenti sistemi di sbarre, in funzione delle

particolari esigenze gestionali dell'impianto (es. manutenzione), la protezione contro i contatti con parti attive può essere realizzata con particolari forme di segregazione dei diversi componenti interni come descritto di seguito:

- forma 1 = nessuna segregazione
- forma 2 = le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni non sono segregati da sbarre
- forma 2b = le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni sono segregati da sbarre
- forma 3a = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni non segregati da sbarre.
- forma 3b = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni segregati da sbarre.
- forma 4a = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni nella stessa cella dell'unità funzionale associata.



- forma 4b = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni non nella stessa cella dell'unità funzionale associata ma in spazi protetti da involucro o celle singoli e separati.

Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro è sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi.

Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo), che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili.

Nota: Nella recente CEI EN 61439-1 sono richiesti in targa anche la data di costruzione e la norma di riferimento (es. CEI EN 61439-2)

Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

Predisposizione per ampliamenti futuri

Per i quadri elettrici è bene prevedere la possibilità di ampliamenti futuri, predisponendo una riserva di spazio aggiuntivo pari a circa il 20% del totale installato.



2.8.8 Armadi, contenitori per quadri di distribuzione di piano, di zona o generali per BT

Gli armadi e i contenitori devono permettere la realizzazione di quadri di piano o di zona o generali per piccola distribuzione aventi le seguenti caratteristiche.

- Riferimenti normativi:
 - CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
 - CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali
 - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 2014 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
 - CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
 - CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
 - CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
 - CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- I quadri dovranno essere costituiti in materiale metallico
- Grado di protezione minimo IP 55
- Esecuzione: da pavimento o da parete, secondo le indicazioni progettuali
- Dimensioni come da relazione tecnica impianti e da elaborati economici, e da validarsi con parere della D.L.
- Dotati di portello trasparente con apertura a mezzo chiave
- Predisposto per l'installazione di interruttori scatolari e aperti del tipo fissi, removibili o estraibili, e per l'installazione di interruttori modulari



- Collegamenti esterni realizzati tramite morsetteria sia in entrata che in uscita
- Predisposizione per l'entrata delle condutture dal basso

I quadri devono essere realizzati seguendo le indicazioni generali riportate nel paragrafo precedente. Il quadro deve corrispondere allo schema che deve essere allegato

Nota: Nel caso di un quadro generale dei servizi comuni, esso deve essere ubicato in luogo appositamente predisposto e chiuso a chiave, accessibile solo a personale autorizzato. Se questo non fosse possibile (es. ubicato nel locale contatori o nel sotto scala), i dispositivi di comando e/o protezione devono essere accessibili solo da un portello apribile con chiave.

2.9 PRESCRIZIONI PER ALTRE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

2.9.1 Aspiratori d'aria elettrici – criteri generali

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60335-2-80 (CEI 61 - 181)
- CEI 107-53

Per ciascun apparecchio deve essere chiaramente specificata sia la portata d'aria nominale in m³/h, che la prevalenza in Pa (PASCAL) necessaria per vincere la resistenza della stessa, qualora lo scarico dell'aria viziata avvenga attraverso una canalizzazione.

Per quanto riguarda i regolatori di velocità, se questi sono associati all'aspiratore, le loro caratteristiche sono definite dalla Norma prodotto,

2.9.2 Aspiratori di tipo elicoidale

Fornitura e collocazione di aspiratore elicoidale, tipo Vortice E-254 M 40303 o equivalente, avente le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- Motore asincrono ad induzione con grado di protezione IP44, con rotore montato su cuscinetti a sfera a doppio schermo di tenuta del lubrificante.
- Girante a profilo alare per ridurre i livelli sonori derivati dalla turbolenza dell'aria
- Pale in polipropilene indeformabile, ad alta resistenza e stabilità e mozzo di alluminio pressofuso.
- Telaio dotato di boccaglio di aspirazione a sezione aerodinamica e realizzato con lamiera d'acciaio protetta da vernice poliesteri



- Griglia di protezione ad anelli d'acciaio protetta da vernice epossipoliestere, di colore nero e facilmente asportabile per la manutenzione e la pulizia, studiata per assicurare un funzionamento particolarmente silenzioso dell'apparecchio
- Velocità di rotazione variabile mediante un variatore di tensione opzionale
- Temperatura di funzionamento da -25°C a +40÷70°C
- Corrente Assorbita a 220 V (A) 0.31
- Corrente Assorbita a 240 V (A) 0,39
- Ø Nominale (mm) 250
- Numero Poli 4
- Peso (Kg) 3
- Potenza Assorbita a 220 V (W) 55
- Potenza Assorbita a 240 V (W) 65
- Temperatura aria aspirata max (servizio continuo) 60
- Giri minuto 1400
- Portata (m³/h) 1000
- Portata (l/s) 277,8
- Emissione Sonora 1° vel. [Lp dB(A) 3m] 50,5
- Pressione (mm/H2O) 6,7
- Pressione (Pa) 66

Completo di regolatore elettronico idoneo per la regolazione della velocità e l'accensione o spegnimento dell'aspiratore.

L'aspiratore dovrà essere installato conformemente alle specifiche tecniche indicate dal fornitore e secondo le indicazioni della D.L.. La lavorazione dovrà essere comprensiva delle opere murarie che si renderanno necessarie per il montaggio, cavi elettrici e cavidotto di collegamento fino al quadro elettrico di alimentazione, tubazione di collegamento, e quant'altro occorrente.

2.9.3 Aspiratori di tipo centrifugo assiale

Fornitura e collocazione di aspiratore centrifugo assiale, tipo Vortice 250 16156 o equivalente, avente le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- Motore a cuscinetti a sfera a due velocità.
- Certificazione di sicurezza IMQ, prestazioni e rumorosità certificati IMQ PERFORMANCE.
- Limitatore termico resettabile manualmente.
- Alimentazione 230V/50Hz.
- Protezione IP44.



- Classe di isolamento: Cl.II
- Idoneo per applicazioni domestiche, commerciali e industriali, come cucine, bagni, uffici, laboratori, fabbriche, magazzini, lavasecco, negozi, ristoranti, bar, teatri, sale da ballo ecc.
- Rivestimento a polvere poliestere.
- Supporto motore e deflettori d'aria sagomati per ridurre al minimo la turbolenza e il livello di rumore.
- Precablato e munito di staffe di montaggio per facilitare l'installazione.
- Ø Scarico (mm) 247
- Diametro Nominale Condotta (mm) 250
- Frequenza (Hz) 50/60
- Grado Protezione IP X4
- Isolamento I° classe
- Peso (Kg) 5,4
- Potenza assorbita max (W) 200
- Temp. ambiente max funzion. continuativo (°C) 50
- Corrente assorbita max (A) 0,9
- Potenza max assorbita alla min vel. (W) 200
- Potenza max assorbita alla max vel. (W) 200
- Tensione (V) 220-240

Completo di regolatore elettronico idoneo per la regolazione della velocità e l'accensione o spegnimento dell'aspiratore.

L'aspiratore dovrà essere installato conformemente alle specifiche tecniche indicate dal fornitore e secondo le indicazioni della D.L.. La lavorazione dovrà essere comprensiva delle opere murarie che si renderanno necessarie per il montaggio, cavi elettrici e cavidotto di collegamento fino al quadro elettrico di alimentazione, tubazione di collegamento, e quant'altro occorrente.

2.9.4 Stazione di dosaggio ipoclorito di sodio

Fornitura e collocazione di una stazione di dosaggio di disinfettante per acque potabili, quale ipoclorito di sodio costituito dalle seguenti apparecchiature e materiali.

- a) n.2 Pompe dosatrici magnetiche a membrana tipo ProMinent® Gamma/L mod. GALa 0413 PVT 200 UA 01 2000 o equivalente, collaudate secondo la normativa DIN-VDE 0700 e con classe di schermatura B secondo la normativa DIN-VDE 0871, dotate di rilevazione elettronica del posizionamento corsa membrana e con la selezione a bordo pompa della pressione di lavoro. La



propulsione magnetica a membrana è comandata da microprocessore; la pompa è calibrabile con visualizzazione diretta della quantità di dosaggio in l/h.

Avente le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Testata dosatrice PVDF con guarnizioni in PTFE
 - Membrana in PTFE
 - Valvole in PVDF senza molla
 - Viscosità max 200 mPas
 - Regolazione corsa manuale 0...100% con visualizzazione a display
 - Regolazione cadenza per mezzo di un interruttore a tasto da 180 corse/min nel campo 1:1800
 - Corse al minuto 180
 - Alimentazione 100...230 V $\pm 10\%$, 50/60 Hz
 - Cavo di alimentazione 2 mt. con spina Europa
 - Temperatura Ambiente - 10°C a +45°C
 - Tipo di protezione IP 65, classe di isolamento F
 - Accessori con valvola di fondo, valvola di dosaggio, 2 mt. tubo PVC, 5 mt. tubo PE
 - Relè di allarme Senza relè
 - Comandi esterni manuale + esterno 1:1 + corrente
 - analogica 4...20 mA
 - c/press. max : 4 bar
 - portata max: 12,3 l/h
 - portata/corsa 1,14 ml
 - raccordi 8 x 5 mm.
 - altezza asp. 3 m.c.a.
 - Pressioni Selez. 4
- b) n.2 cavi di comando universale per il comando delle pompe dosatrici tramite contatti, comando esterno, segnali standard, comando analogico e per il comando ON/OFF a potenziale zero, con funzione di commutazione, spina tonda pentapolare in materiale plastico e cavo a 5 fili con estremità aperta, avente lunghezza 5 mt.
- c) n.2 Valvola multifunzione contropressione/sicurezza tipo Prominent mod. MFV-DK PVDF o similare da montare direttamente sulla testata dosatrice della pompa e avente le seguenti funzioni:
- valvola di tenuta pressione, pressione dell'apertura circa 1,5 bar;



- valvola di troppopieno, pressione dell'apertura circa 16 bar;
- aspirazione ausiliaria in caso di contropressione, non serve allentare il condotto di mandata;
- scarico del condotto di mandata, ad es. prima di lavori di manutenzione.

La valvola multifunzione si aziona per mezzo di manopole che tornano automaticamente nella posizione di partenza, al fine di, in caso di accesso difficile, garantire l'azionamento sicuro.

Realizzata in materiale PVDF e può essere utilizzata per il dosaggio di quasi tutti i prodotti chimici. Avente le seguenti principali caratteristiche tecniche:

- Corpo valvola PVDF
- Membrana rivestita in PTFE
- Tipo Misura I
- Pressione apertura di max corrente 6 bar
- Attacco 6...12 mm
- Attacco by-pass 6/4 mm.

d) m. 50,00 di Tubo in PE flessibile per le linee di aspirazione e mandata delle pompe dosatrici, avente dimensione 8 mm. (Ø est.) x 5 mm. (Ø int.) e pressione max di esercizio pari a 13 bar.

e) n.1+1 Interruttore di livello a due stadi per il controllo del livello degli agenti chimici nel serbatoio di stoccaggio, a due stadi con segnalazione di preallarme e allarme e, dopo un'ulteriore diminuzione di 30 mm. del livello, disinserimento della pompa dosatrice. Completo di cavo di collegamento PE con innesto tondo tripolare per il collegamento a una pompa dosatrice, munito di galleggiante in PVDF Ø 25 mm. Avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione di commutazione max 100 V
- Corrente di comando 0,5 A
- Potenza di commutazione 5 W / 5 VA
- Campo di temperatura da -10 a +65 °C
- Tipo di protezione IP 67
- Corpo PVDF
- Lunghezza cavo 5 mt.

f) n.1+1 Peso in ceramica per il montaggio in verticale dell'interruttore di livello, dimensioni 1 Ø 25 x 50, peso 60 g, per spina tonda e con gancio.



g) n.1 Serbatoio cilindrico in materiale PE della capacità di lt. 2.050, completo di camicia di sicurezza a cielo aperto, atto al contenimento di ipoclorito di sodio avente le seguenti dimensioni:

- Serbatoio: Diametro 1.210 mm, altezza totale ca. 1.990 mm.
- Controvasca di sicurezza:
- Diametro 1.310 mm.
- Altezza Controvasca ca. 2.000 mm.
- Accessori:
- Tubo di Carico PVC 2 EPDM
- Pescante Doppio PVC 1" 1/2 EPDM.

Il tutto assemblato e cablato a partire dal locale di alloggio attuale del sistema di dosaggio e fino al/ai punti di dosaggio indicati dalla Direzione dei Lavori, comprese le dismissioni delle apparecchiature e dei serbatoi esistenti, il trasporto a rifiuto del materiale di risulta, le opere murari eventualmente necessarie per la collocazione del serbatoio, gli appoggi ed i sostegni per la collocazione delle pompe e delle apparecchiature elettromeccaniche a corredo, e quant'altro occorrente per dare l'opera perfettamente funzionante.

2.9.5 Misuratore cloriti

Fornitura, trasporto e collocazione di strumentazione per la rilevazione dei cloriti composta dai seguenti componenti:

- a) apparecchio di misura e regolazione a canale singolo, tipo DULCOMETER D1Cb/c o equivalente, con montaggio a parete o a quadro elettrico;
- b) Celle amperometriche di misura clorito, tipo DULCOTEST CLT1-mA o equivalente;
- c) Porta sonda completo di misuratore di flusso, tipo DGMA301T000 o equivalente;
- d) cavo di collegamento della sonda, lungo circa 10,00 metri;
- e) Tubo morbido 8*5 PVC per collegamento portasonde, lungo circa 20,00 metri.

Di seguito le principali caratteristiche dei componenti.

a) Apparecchio di misura e regolazione a canale singolo, tipo DULCOMETER D1Cb/c o equivalente, con le seguenti caratteristiche tecnico prestazionali:

- possibilità di espansione mediante l'attivazione di funzioni tramite codice di sblocco;



- equipaggiato per rispondere ai requisiti di base più importanti nelle applicazioni di trattamento delle acque;
- display grafico di grandi dimensioni illuminato;
- interfaccia utente con menu di testo semplice in più lingue residenti nel sistema di controllo;
- rilevamento automatico del tampone pH.

Il sistema di controllo, nella sua configurazione standard, deve comprendere le seguenti funzioni:

- Sorveglianza del sensore pH
- Interfaccia utente residenti in memoria
- Commutabilità tra tutte le grandezze misurate mediante mV e mA
- 2 relè di potenza per il monitoraggio dei valori limite o funzione timer
- Monitoraggio tempo di dosaggio con disattivazione del valore regolato
- Tensione di alimentazione con intervallo esteso: 90-253 V, 50/60 Hz
- Ingresso sensore mA protetto contro cortocircuiti e inversione di polarità.

I principali dati tecnici dello apparecchio di misura e regolazione sono i seguenti:

Campo di misura: Tipo di collegamento mA: Clorito: 0,02...0,50/0,1...2 ppm

Risoluzione: Amperometria (cloro ecc.): 0,001/0,01 ppm, 0,01 Vol. %

Precisione: 0,5 % del campo di misura

Ingresso misura: SN6 (ingresso resistenza > 0,5 x 10¹² f)

Grandezza di correzione: Temperatura tramite Pt 100/Pt 1000

Campo correzione: temp. 0°C 100°C

Comportamento regolazione: P/PID

Regolazione: a due bande laterali

Uscita corrente di segnale: 1 x 0/4-20 mA isolata galvanicamente, carico max. 450 ohm, Intervallo regolabile e distribuzione (variabile misurata, variabile di correzione, variabile controllata)

Uscite regolazione: 2 uscite frequenza impulsi per attuazione pompa dosatrice, 2 rele (valore limite o lunghezza impulsi), 1 x 0/4 ... 20 mA

Rele allarme: 250 V ~3 A, 700 VA contatto di passaggio

Collegamento elettrico: 90 - 253 V, 50/60 Hz

Temperatura ambiente: per montaggio a parete -5° 50° C

Tipo di protezione: per montaggio a parete: IP 65, per montaggio a quadro elettrico: IP 54



b) Celle di misura clorito completi di elettrolita 50 ml.

Unità di misura: anione clorito (ClO₂⁻)

Metodo di riferimento: metodo DPD, clorito in presenza di biossido di cloro

Campo di misura pH 6,5 ... 9,5

Temperatura 1 ... 40° C

Pressione massima 1,0 bar

Flusso in entrata 30...60 l/h

Tensione di alimentazione 16...24 V DC (tecnologia a due fili)

Segnale in uscita 4...20 mA intervallo di misurazione, con compensazione della temperatura, non calibrato, non isolato elettricamente

Principio di misurazione amperometrico, 2 elettrodi, con copertura a membrana.

Compresi, collegamenti elettrici, cablaggio, morsetterie ed attestazioni nelle stesse, configurazione dello strumento, calibrazione della sensoristica, taratura dello strumento e delle soglie, implementazione dei protocolli di comunicazione, minuterie varie e quant'altro occorrente per dare il lavoro finito e funzionante a perfetta regola d'arte.

2.9.6 Sensori a ultrasuoni per misure continue di livello e portata

Fornitura, trasporto e collocazione di sensori ad ultrasuoni per la misura continua di livello e portata, senza contatto, del tipo Endress+Hauser Prosonic S FDU90-1098/0, o equivalente, idoneo per misure di livello continue senza contatto del livello di fluidi, paste, fanghi, polveri, fino a materiali solidi grezzi.

Predisposto per il collegamento ai trasmettitori del tipo Endress+Hauser FMU90 e FMU95 o equivalenti.

Applicazione: Misure di portata in canali aperti e stramazzi di misura

Campo di misura massimo: 3 m nei fluidi - 1.2 m in materiali solidi

Adatto per aree a rischio di esplosione

Funzionamento:

Il sensore trasmette impulsi ultrasonici in direzione della superficie del prodotto. dove questi sono riflessi e ricevuti dal sensore. Il trasmettitore misura il tempo t che intercorre fra la trasmissione e la ricezione degli impulsi. A partire da t (e dalla velocità del suono c) calcola la distanza D compresa fra la membrana del sensore e la superficie del prodotto:

$$D = c \cdot t/2$$

Da D si ricava il valore desiderato:

livello L



volume V

portata Q negli stramazzi di misura o in canali aperti

Correzione Time of Flight: Per compensare le variazioni del Time of Flight dovute alla temperatura, il sensore a ultrasuoni contiene un sensore di temperatura integrato.

Distanza di blocco: Il livello non deve estendersi nella distanza di blocco. Le eco di livello all'interno della distanza di blocco non possono essere valutate a causa delle caratteristiche transienti del sensore. Pertanto, non è possibile una misura affidabile. La distanza di blocco dipende dal tipo di sensore.

Campo di misura: Il campo di misura effettivo del sensore dipende dalle condizioni operative.

Per distanze fino ai 30 m il sensore deve essere collegato direttamente tramite il cavo del sensore. Per distanze più lunghe, si dovrà utilizzare un cavo di estensione, collegato mediante una morsettiera. La lunghezza totale (cavo del sensore + cavo di estensione) può raggiungere i 300 m. Se la morsettiera viene installata in un'area a rischio di esplosione, si dovranno osservare tutte le norme nazionali applicabili.

Possono essere utilizzati cavi di estensione con le seguenti caratteristiche:

- numero di anime secondo lo schema di connessione
- schermatura a treccia per anima gialla (GL) e rossa (RO) core (no schermatura in lamina)
- lunghezza: fino a 300 m (cavo sensore + cavo di estensione)
- sezione: da 0,75 mm² a 2,5 mm²
- fino a 6 Ω per anima
- max. 60 nF

Il sensore dovrà essere installato in modo che lo spigolo inferiore sporga all'interno del recipiente o della vasca.

Si dovrà verificare che il livello massimo non vada a rientrare nella distanza di blocco.

Non installare il sensore al centro del serbatoio. Si consiglia di mantenere una distanza minima tra il sensore e la parete del serbatoio corrispondente a 1/6 del diametro del serbatoio.

Evitare le misure attraverso l'area di carico.

Assicurarsi che altri componenti, come gli interruttori di livello, i sensori di temperatura, i deflettori ecc., non siano situati entro l'angolo di emissione α .

Allineare il sensore verticalmente rispetto alla superficie del prodotto.

Il sensore dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche tecnico prestazionali:



- Temperatura di processo -40...+80°C1
- Pressione di processo 0,7 ... 4 bar
- Materiale del sensore: PVDF controdatato: PA
- Materiale della connessione al processo: PVDF
- Materiale della guarnizione di processo EPDM senza tenuta, flush mounted
- Materiale del cavo PVC
- Marchio CE
- Classe di protezione della custodia (codice IP) EN 60529
- Compatibilità elettromagnetica (requisiti EMC) EN 61326

2.9.7 Trasmettitore in custodia per montaggio da campo

Fornitura, trasporto e collocazione di trasmettitore in custodia per montaggio da campo, o su rotaia, del tipo Endress+Hauser Prosonic S FMU95 R11CAA31A, o equivalente, adatto a ricevere i segnali fino ad un massimo di 10 sensori a ultrasuoni del tipo Endress+Hauser FDU90/91/91F/92/ 93/95/96.

Il sistema di trasmissione dovrà avere le seguenti caratteristiche e prestazioni minime.

Condizioni operative di riferimento:

- Temperatura = 24 ± 5 °C
- Pressione = 960 ± 100 mbar
- Umidità relativa = $60 \pm 15\%$
- Superficie di riflessione ideale, sensore allineato verticalmente (ad es. superficie liquida calma e piatta di 1 mq)
- Nessuna eco spuria all'interno del fascio del segnale.
- Impostazioni dei parametri di applicazione:
 - Forma del serbatoio = tetto piatto
 - Proprietà del fluido = liquido
 - Condizioni di processo = superficie calma
- Imprecisione di misura $\pm 0,2\%$ del campo massimo del sensore
- Accuratezza tipica ± 2 mm + 0,17% della distanza misurata
- Risoluzione del valore misurato 1 mm
- Frequenza di misura 0,2 Hz (con 5 sensori) 0,1 Hz (con 10 sensori)
- Il valore esatto dipende dalle impostazioni dei parametri di applicazione e dalla versione dello strumento (5 sensori o 10 sensori).
- Effettuazione misure in funzione di un sensore al secondo.

Condizioni ambientali di installazione e di operatività

Temperatura ambiente -40 ... 60°C



La funzionalità del display limitata a $TU < -20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se il dispositivo è montato all'esterno, direttamente esposto alla luce solare, utilizzare una copertura protettiva

Temperatura di immagazzinamento $-40 \dots 60^{\circ}\text{C}$

Classe di clima:

- con custodia di campo: secondo DIN EN 60721-3 4K2/4K5/4K6/4Z2/4Z5/4C3/4S4/4M2 (DIN 60721-3 4K2 corrisponde a DIN 60654-1 D1)
- con custodia per il montaggio della guida DIN: secondo DIN EN 60721-3 3K3/3Z2/3Z5/3B1/3C2/3S3/3M1 (DIN 60721-3 3K3 corrisponde a DIN 60654-1 B2)

Resistenza alle vibrazioni:

- con custodia per guida: DIN EN 600068-2-64 / IEC 68-2-64; $20 \dots 2000\text{ Hz}$; $0,5\text{ (m/s}^2\text{)}^2\text{/Hz}$
- con custodia di campo: DIN EN 600068-2-64 / IEC 68-2-64; $20 \dots 2000\text{ Hz}$; $1,0\text{ (m/s}^2\text{)}^2\text{/Hz}$

Grado di protezione:

- con custodia di campo: IP66 / NEMA 4x
- con custodia per guida DIN: IP20

Display separato:

IP65 / NEMA 4 (pannello frontale, se montato sulla porta dell'armadio)

IP20 (pannello posteriore, se montato sulla porta dell'armadio)

Compatibilità elettromagnetica (requisiti CEM)

-Emissione di interferenza secondo la norma EN 61326; Dispositivo classe A

-Immunità alle interferenze secondo la norma EN 61326; allegato A (Industria) e raccomandazione NAMUR EMC (NE21)

Costruzione meccanica

Versioni della custodia:

- con custodia da campo; in opzione con display integrato e modulo di funzionamento
- con custodia per montaggio su rotaia; in opzione con display e tasti di programmazione integrati

Custodia per montaggio su rotaia con display e tasti di programmazione per montaggio separato su porta dell'armadio.



2.10 PRESCRIZIONI PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

2.10.1 Apparecchi di illuminazione

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-1 (Generale)
- CEI EN 60598-2-1 (Fissi)
- CEI EN 60598-2-2 (Incassi)
- CEI EN 60598-2-3 (Per esterni)
- CEI EN 60598-2-4 (Per posa mobile)
- CEI EN 60598-2-5 (Proiettori)
- CEI EN 60598-2-6 (Con trasformatore)
- CEI EN 60598-2-7 (Mobili per giardini)
- CEI EN 60598-2-13 (Incassi a terra)
- CEI EN 60598-2-14 (Per neon)
- CEI EN 60598-2-17 (Per palcoscenici)
- CEI EN 60598-2-18 (Per fontane e piscine)
- CEI EN 60598-2-19 (A circolazione d'aria)
- CEI EN 60598-2-20 (Catene luminose)
- CEI EN 60598-2-23 (Sistemi SELV)
- CEI EN 60598-2-24 (A temperatura superficiale limitata)
- UNI EN 13032-1 (Fotometria degli apparecchi di illuminazione)
- IEC 62386 /serie (interfaccia DALI)
- UNI EN 12464-1 (Illuminazione posti di lavoro all'interno / UGR)
- CEI 34-59 (Terminologia e glossario)

Finalità e criteri di progettazione:

- l'impianto di illuminazione influisce sulla capacità visiva, sulla produttività, sulla sicurezza e sul benessere delle persone. Per ottenere una buona illuminazione è perciò importante che, oltre al valore dell'illuminamento richiesto, siano soddisfatte le seguenti esigenze:
- il comfort visivo: per il benessere delle persone e, indirettamente, per mantenere alti i livelli di efficienza operativa;
- la prestazione visiva: per consentire lo svolgimento di compiti visivi anche in circostanze difficili e protratte nel tempo;
- la sicurezza: per evitare infortuni favoriti da errata illuminazione.



Il raggiungimento di detti obiettivi può comportare la necessità di utilizzare dispositivi automatici e/o manuali di regolazione per assicurare il mantenimento costante dei livelli di illuminazione.

Parametri principali dell'ambiente luminoso:

Devono essere accuratamente considerati in fase di progetto i seguenti parametri che influenzano la qualità dell'illuminazione:

- i fattori di riflessione di soffitti, pareti, pavimenti e piani di lavoro ai fini della distribuzione delle luminanze.
- l'illuminamento generale e direzionale, garantendo i valori medi indicati per i diversi ambienti e assicurando un'adeguata uniformità di illuminamento tra i diversi compiti visivi e le aree immediatamente circostanti;
- l'abbagliamento molesto, diretto e/o riflesso, in particolare quando la direzione della visione è al di sopra del piano orizzontale. Tale grandezza deve essere valutata utilizzando il nuovo indice unificato dell'abbagliamento UGR (Unified Glare Rating).
- il colore della luce (della lampada), cioè la resa dei colori (Ra) e l'apparenza del colore (temperatura di colore prossimale in gradi K);
- lo sfarfallamento e l'effetto stroboscopico, che possono provocare, il primo distrazioni e malesseri fisiologici come l'emicrania; il secondo situazioni pericolose dovute alla modifica di percezione del movimento di macchine in moto rotatorio od alternativo;
- il fattore di manutenzione, che deve essere calcolato in base al tipo di apparecchio di illuminazione all'ambiente e al programma di manutenzione;
- la luce diurna, il cui livello e composizione spettrale muta in funzione dell'ora, delle stagioni e delle dimensioni delle finestre, producendo variabilità di percezione. Negli interni con finestre laterali, la luce diurna disponibile decresce rapidamente con la distanza dalla finestra.

Nota: Per chiarimenti e dettagli sul significato di questi parametri, consultare il cap.4 della Norma UNI EN 12464-1: Luce e illuminazione – Illuminazione dei luoghi di lavoro in interni

Illuminazione della postazione di lavoro con videoterminali:

L'illuminazione di questi ambienti deve essere appropriata ai diversi compiti visivi, quali la lettura dello



schermo, del testo stampato, della scrittura su carta e la visione della tastiera. Particolare attenzione deve essere posta ad evitare le riflessioni dello schermo e, in qualche caso, della tastiera, che possono causare abbagliamento.

Il progettista deve determinare le zone d'installazione critiche e scegliere apparecchi loro disposizioni che non producano riflessioni fastidiose anche in funzione del tempo di utilizzo. Nella tabella seguente sono riportati i limiti della luminanza degli apparecchi d'illuminazione per angoli di elevazione di 65° ed oltre, in rapporto alla verticale secondo direzioni che ruotano radialmente attorno agli apparecchi stessi quando installati in locali con gli schermi dei videotermini verticali o inclinati fino a 15° verso l'alto.

In casi particolari, ad esempio con l'impiego di schermi a contrasto negativo o con inclinazione superiore a 15°, questi limiti di luminanza vanno applicati per angoli di elevazione inferiori (ad esempio 55°).

Classe dello schermo secondo ISO	I	II	III
Qualità dello schermo	buona	media	bassa
Luminanza media degli apparecchi che sono riflessi dallo schermo	≤ 1000 cd /m		≤ 200 cd /m ²

Nelle schede impiantistiche dei singoli ambienti sono riportati i valori d'illuminamento, abbagliamento e resa dei colori richiesti dal presente capitolato.

2.10.2 Impianti di illuminazione di emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza deve assicurare, quando viene a mancare l'alimentazione, l'illuminamento minimo di sicurezza e la segnaletica in modo da mettere in evidenza le uscite e il percorso per raggiungerle

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza
- CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza
- CEI EN 50171: Sistemi di alimentazione centralizzata
- UNI EN 1838: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza
- UNI 11222: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo



L'illuminazione di emergenza si suddivide in:

- a) Illuminazione di riserva
- b) Illuminazione di sicurezza

Quest'ultima serve a garantire condizioni di sicurezza come segue:

- a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo
- b) Illuminazione antipánico
- c) Illuminazione di aree ad alto rischio

L'impianto deve essere progettato in conformità alla CEI 64/8, UNI EN 1838 e CEI EN 50172

L'apparecchio di illuminazione deve essere conforme alla norma CEI EN 60598-2-22.

La sorgente di energia può essere:

- autonoma (contenuta nell'apparecchio di illuminazione)
- centralizzata (conforme a CEI EN 50171)

Al fine di eseguire un corretto dimensionamenti di tutto l'impianto sono necessari:

- un progetto illuminotecnico (geometria e ubicazione degli apparecchi di illuminazione per garantire i requisiti richiesti)
- un progetto elettrico (dimensionamento dei componenti, protezioni dai contatti diretti e indiretti, protezione dalle influenze esterne, selettività dei dispositivi di protezione ecc)

Il progetto e la scelta dei prodotti dovrà tenere conto delle successive fasi di manutenzione dell'impianto.

Salvo diverse disposizioni legislative (1), l'illuminazione di sicurezza deve essere progettata per garantire quanto segue:

(1) Elenco dei principali DL in vigore al momento della pubblicazione del presente capitolato (non esaustivo):

- Decreto Ministeriale n° 236 del 14/06/1989 (Ascensori).
- Decreto Ministeriale n° 246 del 16/06/1987 (Edifici residenziali).
- Decreto del Ministero dell'Interno del 1986-02-01 (Autorimesse)
- Decreto del Ministero dei Trasporti del 1988-01-11 (Metropolitane)
- Decreto del Ministero dell'Interno del 1992-08-26 (Scuole)
- Decreto del Ministero dell'Interno del 1994-04-09 (Alberghi)
- Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-03-18 (Ambienti sportivi)
- Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-08-19 (Cinema, teatri e pubblico spettacolo).



- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Ambienti di lavoro).
- Decreto del Ministero dell'Interno del 2002-09-18 (ospedali e strutture sanitarie).
- Decreto del Ministero dell'Interno del 2006-02-22 (uffici).
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 418 del 1995-06-30 (edifici di interesse storico artistico destinati a biblioteche ed archivi).
- Decreto Ministeriale n. 569 del 1992-05-20 (edifici di interesse storico artistico destinati a musei, galleria, esposizioni e mostre).

Illuminazione di sicurezza (UNI EN 1838)

a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo

L'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo, non deve essere minore di 1 lx.

Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo sulla linea centrale della via di esodo, non deve essere maggiore di 40:1.

L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

Nella progettazione di un impianto di illuminazione di emergenza, gli apparecchi devono essere posizionati almeno in corrispondenza o prossimità di:

- ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza;
- scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta;
- ogni cambio di livello;
- sulle uscite di sicurezza indicate ed in corrispondenza dei segnali di sicurezza;
- ogni cambio di direzione;
- ogni intersezione di corridoi;
- ogni uscita e immediatamente all'esterno;
- ogni punto di pronto soccorso;
- ogni dispositivo antincendio e punto di chiamata.

b) Illuminazione antipanico

Deve essere prevista una illuminazione antipanico, tra gli altri, in locali aperti al pubblico di dimensioni superiori a 60 m² (altre indicazioni sono contenute nella norma CEI EN 50172).

L'illuminamento orizzontale al suolo non deve essere minore di 0,5 lx.



Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 40:1.

L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

c) Illuminazione di aree ad alto rischio

Lo scopo dell'illuminazione di aree ad alto rischio è di garantire la sicurezza delle persone coinvolte in processi di lavorazione o situazioni potenzialmente pericolose. Le zone dove si svolgono attività ad alto rischio devono essere identificate nell'ambito dell'analisi dei rischi del DL 81/2008.

L'illuminamento mantenuto sul piano di lavoro non deve essere minore del 10% dell'illuminamento previsto per l'attività; esso non deve essere comunque essere minore di 15 lx.

L'illuminazione deve essere di tipo permanente o raggiunta entro 0,5 s dalla mancanza di tensione. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 10:1

L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

L'autonomia minima deve essere correlata alla durata del rischio per le persone.

d) Illuminazione di riserva

È la parte dell'illuminazione di emergenza che consente di continuare la normale attività senza sostanziali cambiamenti. Non ci sono requisiti aggiuntivi rispetto all'illuminazione generare funzionale

Segnali di sicurezza

I segnali di sicurezza devono essere conformi alla direttiva 92/58/CEE (DL 81/2008) ed essere muniti di un'immagine grafica che prescrive un determinato comportamento comprensibile a tutti.

I pittogrammi possono essere illuminati internamente o esternamente. In ogni caso devono rispettare requisiti di uniformità delle luminanze come segue:

- Il rapporto tra la luminanza L_{bianco} e la luminanza L_{colore} non deve essere minore a 5:1 e non deve essere maggiore di 15:1
- Il rapporto tra luminanza massima e luminanza minima, in ogni area bianca o di colore di sicurezza, non deve essere maggiore di 10:1. Le verifiche devono essere effettuate secondo l'appendice A della norma UNI EN 1838.

In funzione delle caratteristiche del luogo si devono selezionare:



- apparecchi permanenti (sempre accesi) dove le vie d'esodo sono difficilmente individuabili a causa dell'oscurità (es. cinema - discoteca) o ad alta densità di occupanti (centri commerciali).

- apparecchi non permanenti (solo emergenza) nei locali normalmente illuminati dove le vie d'esodo sono chiaramente identificabili in condizioni ordinarie.

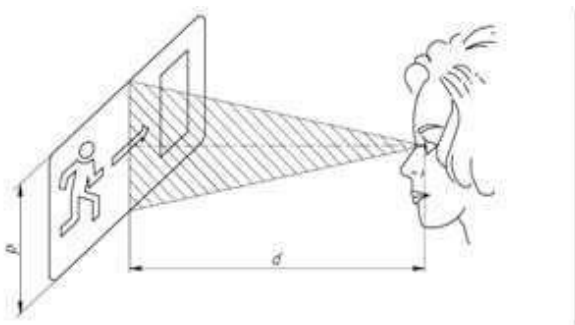
Le dimensioni dei pittogrammi devono essere selezionate per consentire una corretta individuazione e visibilità. Salvo diverse indicazioni di legge, la distanza di visibilità (vedere figura) deve essere determinata utilizzando la formula seguente:

$d = s \times p$ dove:

d: è la distanza di visibilità;

p: è l'altezza del pittogramma;

s: è una costante pari a 100 per segnali illuminati esternamente e pari a 200 per segnali illuminati internamente.



Verifiche e manutenzione

La manutenzione deve essere programmata ed effettuata in conformità alla norme UNI 11222

L'impianto deve essere controllato:

- Una volta al mese, per il funzionamento e settimanalmente per i sistemi di inibizione e per le sorgenti centralizzate

- Annuale (consigliata ogni sei mesi), per l'autonomia di impianto.

- Ogni 4 anni (consigliato ogni 2 anni) una revisione dell'impianto deve essere prevista

(sostituzione batterie e lampade usurate)

- Gli interventi devono essere registrati su un apposito registro dei controlli periodici



3 SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI DI TELECONTROLLO E RETE TELEMATICA

3.1 Generalità

L'Impresa appaltatrice, dovrà fornire un sistema Hardware e Software per il telecontrollo delle apparecchiature e della funzionalità dell'impianto, che risulti essere architetturealmente aperto ed espandibile nelle modalità appresso specificate.

Qualsiasi soluzione alternativa a quanto prescritto l'Impresa appaltatrice volesse adottare, dovrà essere sottoposta alla D.L. completa di descrizione tecnica e funzionale che a suo insindacabile giudizio le potrà ritenere meritevoli di accoglimento oppure no.

L'Impresa appaltatrice, pur sempre rispettando le prestazioni minime richieste ed indicate dagli elaborati progettuali, in ogni caso ed in via preventiva dovrà concordare con la D.L., l'architettura della rete, il tipo di logica utilizzata e il diagramma di flusso (Flow-chart) di ciascun nodo telematico nonché dello SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) che intende utilizzare per lo sviluppo del software di acquisizione dati, fornendo tutti i dettagli tecnici necessari alla univoca individuazione di quanto proposto.

La piattaforma di sviluppo del sistema complessivo dovrà consentire, nel caso lo si richieda, di colloquiare simultaneamente anche con Drivers di logiche differenti e con una velocità di polling non superiore a 1000 ms per l'intero pacchetto di variabili sotto esame per ciascun canale utilizzato.

Tutte le apparecchiature che sono equipaggiate con un Microprocessore e, quindi, programmabili dall'esterno, vanno corredate dei seguenti componenti che fanno parte integrante della fornitura:

Manuale di istruzione e programmazione

Kit di programmazione (Hardware e Software, Cavi)

Protocolli di Comunicazione

Listato del software memorizzato su EEPROM, FlashEprom e quanto necessario.

Le logiche programmabili dovranno essere di Primaria Casa Mondiale, essere presenti sul mercato nazionale tramite una rete commerciale e corredate di ampia e dettagliata descrizione di accessori atti alla realizzazione della configurazione richiesta per ciascun nodo telematico.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*
Progetto esecutivo

Le logiche programmabili di nuova installazione dovranno avere piena compatibilità con quelle già esistenti presso il sistema idrico del Comune di Trapani. Ove possibile, per ragioni di compatibilità e di semplicità di approvvigionamento dei materiali di ricambio, le logiche programmabili e la componentistica di accessoriamento dovrà essere della stessa marca e di modelli simili a quelli già esistenti presso gli altri nodi tele controllati.

Sono escluse le logiche programmabili di tipo dedicato o proprietario e che, comunque, non sono presenti sul libero mercato per un approvvigionamento su canali diversi da quello del costruttore del sistema.

Per quanto concerne il software di acquisizione dati e telecontrollo esso dovrà essere corredato di licenza d'uso, eventuale chiave Hardware e dovrà essere fornito nella versione "Ambiente di Sviluppo Completo" escludendo qualsiasi versione RUN-TIME che inibisca le funzioni di modifica dei configuratori Item, delle animazioni grafiche, e dei parametri di colloquio del sistema con i drivers di comunicazioni. Dovrà, inoltre, essere corredato di completo e dettagliato manuale d'istruzione e d'uso in lingua italiana.

In mancanza anche di una sola delle voci descritte non si procederà alla accettazione della relativa prestazione di contratto.

Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature riportate nel presente capitolo, ove fanno riferimento a specifiche produzioni industriali, potranno subire variazioni in funzione delle caratteristiche di produzione industriale del produttore proposto dall'appaltatore.

Tali variazioni, su esplicita proposta dell'Appaltatore, dovranno essere preventivamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori che a suo insindacabile giudizio potrà ritenerle accettabili o meno.

Le alternative proposte dall'Appaltatore alla Direzione dei lavori dovranno, comunque, essere conformi alle specifiche generali relativi a controlli, prove, collaudi certificati, marcatura e documenti relativi alla fornitura del presente c.s.a., che si intendono interamente richiamati, ed altre norme come di seguito:

le apparecchiature dovranno essere fabbricate da ditte specializzate che operano in sistema di controllo qualità ISO 9001;

le apparecchiature dovranno essere fabbricate in conformità delle norme vigenti in ambito Europeo: le norme accettate saranno le ISO, EN, UNI, CENELEC, IEEE, ETSI, ITU, DIN, BS, IEC, CEI;

una dichiarazione della ditta fornitrice di impegno:



ad effettuare l'assistenza tecnica per almeno cinque anni dalla data di fornitura;
a garantire la possibilità di manutenzione delle apparecchiature.

Sono compresi e compensati nel prezzo tutte le opere murarie, le canalizzazioni, i cablaggi e i collegamenti elettrici necessari per i collegamenti tra le periferiche ed i nodi telecontrollati e quant'altro per collocare gli armadi e quant'altro necessario per la collocazione degli armadi ivi compresi gli scavi e ripristini per collegare i nodi telecontrollati con gli armadi stradali.

3.2 Descrizione del sistema telecontrollato

Nell'ottica di una gestione integrata dell'intero sistema Coghinas I e II, si prevede di implementare nel sistema di telecontrollo tutte gli ulteriori elementi della rete che dovranno essere realizzati, al fine di completare l'ammodernamento del sistema di carico e terminale del sistema acquedottistico.

In tal senso, le apparecchiature elettromeccaniche installate con le opere in progetto possono essere considerate a tutti gli effetti non come un sistema a sé stante, ma come parte integrante del sistema di telecontrollo esistente, di cui costituiscono il completamento.

La natura modulare e scalabile dei sistemi di telecontrollo, infatti, permette di integrare con facilità nuovi moduli al sistema esistente, così pure permette di effettuare un ammodernamento del sistema a partire dai moduli esistenti.

Nel resto del capitolo si effettuerà una panoramica del sistema di telecontrollo alla luce dell'ampliamento ed ammodernamento previsto in progetto, mostrando pertanto tutte le funzionalità che il nuovo sistema, risultante dall'ammodernamento, dovrà implementare.

3.2.1 Grandezze monitorate

Nell'opera in progetto vi sono diverse grandezze di cui si necessita conoscere il valore istantaneo e/o medio, al fine di avere una visione istantanea e complessiva dell'intero sistema idrico, e di poterne asservire al valore rilevato il funzionamento di apparecchiature elettromeccaniche connesse al sistema, quali per esempio valvole di regolazione.

Le grandezze monitorate nell'impianto sono di varia natura, come riportato di seguito.

a - Grandezze fisiche:

portate;

livelli e volumi;

pressioni;



b - Misure chimico-fisiche:

clorito residuo;

c - Stati del sistema:

stati di allagamento;

stati di funzionamento delle apparecchiature;

grandezze elettriche.

L'acquisizione di tali informazioni è resa possibile attraverso la sensoristica di campo, ossia una serie di apparecchiature di misura dislocate nei punti funzionali dell'impianto, che permettono di monitorare in tempo reali i parametri del sistema, e di inviare tali informazioni al sistema di telecontrollo, il quale, tramite la conoscenza di queste grandezze, unita ad un piano di gestione dell'impianto, potrà manovrare in modo automatico le apparecchiature elettromeccaniche in modo da gestire correttamente i serbatoi di San Giovannello e di Martogna, e la rete di adduzione primaria e secondaria ad esso connessa.

3.3 Stazioni telecontrollate

3.3.1 Caratteristiche generali

Ciascun nodo telecontrollato dovrà essere dotato di funzione di automazione locale e di essere in grado di eseguire programmi applicativi finalizzati alla gestione di sequenze di operazioni ed alla gestione di dati analogici.

Tali programmi saranno sviluppabili e compilabili su una stazione di tipo PC dalla quale saranno trasferiti all'apparato periferico.

Le funzioni, che questi programmi potranno svolgere, spazieranno dalla linearizzazione dei segnali acquisiti dal campo al controllo locale delle apparecchiature collegate al telecontrollo.

Gli applicativi saranno realizzabili con un opportuno macro-linguaggio, mentre un apposito compilatore provvederà a tradurre i programmi in una sequenza di istruzioni comprensibili all'interprete a bordo dell'apparato periferico.

Dovrà essere possibile controllare l'esecuzione dell'apparato periferico sia dal Centro che da altri apparati periferici.

3.3.2 Forniture-Installazioni

A parte quanto specificamente indicato appresso per ciascuna stazione periferica, l'Unità Periferica di Telecontrollo, da fornire ed installare, sarà



dimensionata per acquisire e gestire i segnali indicati e, in particolare, sarà in grado:

- di effettuare l'acquisizione dei dati, significativi per le funzioni, svolte nel nodo, sul campo;
- di trasmetterli alla sede centrale (CED), nella quale si operano le decisioni;
- di realizzare i comandi, esplicitando i segnali sintetici che giungono dalla sede centrale;
- di intervenire direttamente verso il campo, tramite algoritmi predefiniti, attuando comandi e regolazioni in particolari condizioni che implicino un automatico assenso alla loro esecuzione, senza la necessaria supervisione da parte del CED;
- di poter essere interrogata dalla sede centrale con cadenza assegnata o su richiesta (ogni qualvolta sia ritenuto necessario), per avere informazioni utili in merito alla conoscenza dei parametri fisici (pressioni, velocità, etc), o chimici (cloro residuo, etc.) o elettrici (potenza assorbita, etc.) significativi;
- di inviare chiamate e/o messaggi di allarme ad altri recapiti telefonici nel caso in cui il centro non riconosca particolari allarmi.

Dovranno, altresì, essere forniti e installati i dispositivi e cavi necessari alla alimentazione, acquisizione, trasmissione e gestione dei segnali indicati per ciascuna stazione periferica di Telecontrollo; in particolare:

- tutti i dispositivi utili alla trasmissione alla periferica dei segnali digitali di INPUT indicati (DI);
- tutti i dispositivi utili alla trasmissione dalla periferica dei segnali digitali di OUTPUT indicati (DO);
- tutti i dispositivi utili alla trasmissione dalla periferica dei segnali analogici di OUTPUT indicati (AO);
- tutti i dispositivi utili alla trasmissione alla periferica dei segnali analogici di INPUT indicati (AI);

secondo lo schema appresso indicato per ciascuna periferica.

Dovranno, inoltre, realizzarsi tutte le opere edili, elettriche, elettroniche, idrauliche, meccaniche e connesse alla trasmissione dei dati che siano necessarie alla corretta installazione e funzionamento degli strumenti ed al colloquio con il sistema.



3.3.3 Configurabilità

La stazione periferica dovrà potersi configurare sia localmente che dal Centro. La configurazione locale avverrà mediante Personal Computer portatile, attraverso connessione cablata a fronte quadro o wireless.

Anche l'ambiente di interazione con PC portatile, a tutti i livelli, sarà Windows 2000 o Windows ME o Windows NT o Windows XP o successivo.

L'operatore localmente potrà svolgere:

- funzioni operatore locali;
- funzioni di configurazione;
- attuazione di diagnostiche locali;
- salvataggio dei parametri di configurazione;
- generazione, caricamento debug e salvataggio dei programmi applicativi.

Eventuali variazioni apportate verranno registrate nella memoria della stazione.

La configurazione dal Centro avverrà scambiando con la periferica speciali messaggi di configurazione.

Il Centro di Controllo, inviando opportuni messaggi, potrà chiedere alla periferica sia la composizione hardware che la configurazione software della stessa.

L'operatore al Centro potrà effettuare le correzioni desiderate e inviare la nuova configurazione alla periferica, che la memorizzerà nella sua memoria.

3.3.4 Autodiagnostica

La stazione sarà dotata di un sistema autodiagnostico basato su:

- un circuito "watch-dog", che rivelerà eventuali anomalie nella esecuzione del programma e che reinizializzerà il funzionamento della stazione nel caso in cui, a causa di eventi esterni, il programma dovesse perdere il passo;
- una serie di programmi di verifica e prova, che forniscono distinte informazioni diagnostiche come appresso definite:
 - o test vari sulle memorie, quali lettura/scrittura delle zone libere delle RAM non volatili, verifica delle check-sum su RAM non volatili e EPROM;
 - o verifica della precisione dei quarzi;
 - o verifica del corretto funzionamento del convertitore analogico digitale;
 - o verifica corretto funzionamento della linea di trasmissione;



- verifica del corretto funzionamento delle schede presenti negli slots di espansione.

Sarà possibile effettuare sulla periferica, con visualizzazione a mezzo di LED, le seguenti operazioni:

- verifica accensione apparato;
- inizializzazione;
- esecuzione test diagnostica;
- configurazione equipaggiamento schede.

Dovrà essere possibile, inserendo sulla stazione periferica un terminale video, ottenere le informazioni diagnostiche sopra definite.

Dovrà essere possibile, tramite messaggio inviato dal Centro di Controllo, richiedere alla stazione periferica l'invio di alcune o di tutte le informazioni diagnostiche sopraelencate.

3.3.5 Controlli remoti sulla stazione periferica

Il caricamento ed il controllo dell'esecuzione del programma dovranno essere possibile sia dal terminale PC di sviluppo locale sia dal Centro di supervisione: le manovre di caricamento e controllo della stazione periferica saranno effettuabili on-line.

3.3.6 Diagnostica di sistema

Dovranno essere previsti messaggi in grado di attivare nella periferica le funzioni diagnostiche disponibili e chiedere la trasmissione dei risultati relativi. Dovrà essere residente nella stazione un F/W diagnostico che, al power-on, esegua una verifica del corretto funzionamento del sistema.

Parte delle prove, contenute in tale F/W, dovranno essere effettuate con cadenza oraria, per verificare costantemente il corretto funzionamento del sistema. In particolare, dovranno essere testati (con tale cadenza):

- l'integrità dei dati di configurazione;
- la congruenza dei dati di configurazione, con l'H/W macchina;
- la taratura del convertitore analogico/digitale presente in macchina;
- la verifica del corretto funzionamento del programma applicativo.

3.3.7 Protezione delle Informazioni

L'integrità dei messaggi scambiati tra le stazioni periferiche e il Centro di Controllo dovrà essere protetta contro l'eventualità che, a causa di errori di



trasmissione dovuti a disturbi sul canale di comunicazione, possano essere ricevuti ed accettati messaggi di contenuto difforme da quello del messaggio trasmesso.

Dovrà essere previsto un trattamento diverso a seconda che il messaggio sia in partenza dalla periferica o dal Centro: per questi ultimi, data la loro maggiore importanza (comandi, messaggi di configurazione etc..), dovrà prevedersi la doppia trasmissione.

I messaggi inviati dalla periferia al Centro dovranno essere protetti da un Sistema di autorivelazione di errori che operi su due livelli:

- il primo livello di controllo sarà costituito dal controllo di parità effettuato su ciascun byte ricevuto; la rivelazione in ricezione di un errore di parità in uno qualsiasi dei bytes ricevuti dovrà provocare il rigetto dell'intero messaggio;
- il secondo livello di controllo, che opera sui messaggi che hanno superato il primo livello, sarà basato sull'uso dei codici ciclici ad autorivelazione di errore, agendo sull'insieme del messaggio che ha superato senza rivelazione di errori il controllo di parità.

3.3.8 Componenti in taratura

La taratura delle uscite dovrà avvenire con estrema precisione nella fase di collaudo in fabbrica, delle quali si dovrà fornire riscontro alla D.L. per la validazione dei materiali.

3.3.9 Comunicazione con il centro

La comunicazione tra stazioni periferiche potrà avvenire facendo uso di un protocollo in accordo alle norme

- CEI EN 60870-5: Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo, parte 5: Protocolli di trasmissione;
- CEI EN 60870-6: Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo, parte 6: Protocolli di telecontrollo compatibili con le norme ISO e le raccomandazioni ITU-T;
- CEI 57-4: Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo: principi generali;
- CEI 57-8: Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo: prescrizioni di funzionamento;
- CEI 57-108: Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo: interfacce (caratteristiche elettriche).



3.3.10 Comunicazione con altri dispositivi

Dovrà essere possibile la comunicazione tra la stazione periferica ed altri dispositivi esterni:

- Strumentazione di campo;
- PLC locali
- Etc.

3.3.11 Affidabilità MTBF e MTTR

L'affidabilità della stazione periferica dovrà essere elevata. Essa è definita dai valori di:

- MTBF (Mean Time Between Failures)
- MTTR (Mean Time to Repair)

L'MTBF delle stazioni periferiche sarà calcolato secondo il metodo "MIL".

Tale metodo è fortemente cautelativo in quanto ipotizza che qualsiasi componente in avaria comporti il fuori servizio totale dell'apparato, mentre, in realtà numerosissimi guasti di singoli componenti comportano solo un funzionamento degradato in una misura più o meno grande.

Dovrà aversi un MTBF di 30.000 ore.

La stima del MTTR (Mean Time to Repair) sarà basata sul fatto che il servizio di una stazione viene ripristinato mediante sostituzione del sottoinsieme guasto, il quale viene riparato in secondo tempo.

Il tempo di ripristino del servizio a causa di un guasto in una stazione è dato dalla somma dei tempi seguenti:

- tempo di individuazione e sostituzione del sottoinsieme guasto: 2 minuti primi;
- tempo di configurazione dell'ordine di 1 minuto primo,
per un totale di 3 minuti primi (0.05 ore).

3.3.12 Alimentazioni, protezioni e condizioni ambientali

La stazione periferica potrà essere alimentata:

- da rete 220 VC \pm 20% 48-62 Hz (altre tensioni a richiesta);
- in corrente continua a 9÷30 Vdc.

Ogni periferica dovrà essere dotata di protezione contro le scariche atmosferiche e contro le sovratensioni.

Le condizioni ambientali sono le seguenti:

Temperatura: 40°C \pm 70°C (funzionamento)



40°C ± 80°C (immagazzinamento)

Umidità relativa (10÷95% max non condensabile).

Ogni periferica dovrà essere equipaggiata con batteria e carica batteria che consentano una autonomia di funzionamento per almeno 8 ore in assenza dell'alimentazione di rete.

3.3.13 Sensori

La sensoristica presente in campo dovrà potersi interfacciare con la strumentazione di controllo attraverso le seguenti grandezze:

- Telesegnali DI (Digital Input)
- Telemisure AI (Analogical Input)
- Telecomandi DO (Digital Output)

3.3.14 PLC e postazioni periferiche

L'apparato periferico sarà equipaggiato con un controllore logico programmabile (PLC) con possibilità di espansioni future, che potrà essere dotato di pannello operativo con display LCD; comunque, il PLC dovrà poter essere gestito anche tramite PC portatile. Il controllore programmabile si interfacerà con un modulo di comunicazione che consentirà di liberare la CPU dai compiti trasmissione/ricezione dati con il Centro di Controllo e Supervisione.

3.4 RETE DI TRASMISSIONE DATI

Il supporto trasmissivo che consentirà il dialogo tra il centro di supervisione e le unità periferiche sarà basato su una rete per trasmissione dati dedicata, realizzata su supporto fisico consistente in un cavo in fibra ottica multimodale.

La rete di trasmissione è in una parte già realizzata, con i precedenti lotti, di cui si è discusso nell'apposito paragrafo della presente relazione. Essa è realizzata con un cavo in fibra del tipo per esterni, con 4 fibre multimodali 52.5/125 µm, con valori di attenuazione max 0,7 dB/Km@1300nm. Le fibre sono inserite in un tubetto loose con gel idrorepellente, rivestimento primario a 250 µm colorato, armatura repellente antiroditori in filato di vetro sp. 15mm.

Il presente progetto di completamento farà uso di un media trasmissivo analogo a quello già presente, ma con caratteristiche superiori.

Di seguito le caratteristiche tecniche minime che dovranno essere soddisfatte dalle componenti del sistema.



3.4.1 Cavi in fibra ottica

Cavo in fibra ottica, multimodale con 6 fibre D=62,5/125 micrometri idoneo per uso esterno e/o interno, con attenuazione massima di 1,0 dB/Km. a 1300 nm.

Fibre separate in differenti colorazioni inserite all'interno di un unico tubo tamponato antiumidità, diametro rivestimento primario fibre 245 micrometri, armatura repellente per roditori metallico a treccia, diametro guaina esterna 8,5 mm., raggio minimo temporaneo 92 mm, permanente 155 mm, sforzo 1500 N, compressione 500 N.

Sarà onere dell'appaltatore il cavo cablaggio, le giunzioni e quant'altro occorrente per dare il lavoro finito e funzionante a perfetta regola d'arte.

3.4.2 Attestazioni di fibra ottica

Attestazione di fibra ottica monomodale o multimodale su terminazione SC compresa bussola SC/SC, su terminale o su box ottico o cassetto computati a parte, completa di identificazione su ogni fibra, misure di attenuazione e certificati OTDR su tutte le tratte attestate.

3.4.3 Connettori per fibra ottica

Connettore per fibra ottica multimodale ST 62.5/125m

- Tipo Quick-Shot preresinato;
- Connettorizzazione a caldo;
- Compatibile con lo standard ST Mark 2;

Compreso ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa e perfettamente funzionante.

3.4.4 Cassetti di permutazione ottica

Scatola di terminazione / permutazione per cavi in fibra ottica con 12 porte, per usi "industriali", con raccordi passanti serie ST (FC e F-SMA secondo le indicazioni della D.L.), avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo in Policarbonato o di tipo metallico, IP55;
- Grado di tenuta generale IP50;
- Raccordi passaparete ottici tipo ST;
- Crociera di Accumulo Fibra, Serracavo, Etichetta Esterna;
- Coperchio asportabile;
- Fissaggio a parete anche con staffette esterne.

Compreso cartellina fermacavi, clips, pressacavi ed accessori per il fissaggio a



muro ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa e funzionante a perfetta regola d'arte.

3.4.5 Bretelle bifibra

Bretelle bifibre ST-ST 62,5/125 multimodale terminato da entrambi i lati con connettori ST, lunghezza ml. 1.00, date in opera installate, compreso ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa e perfettamente funzionante.

3.4.6 Switch di rete ethernet

Switch ethernet tipo garretcom mP62, o equivalente, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- n° 2 porte ottiche a 100Mb-SC MM (fino a 2Km) e SM (fino a 20Km);
- n° 8 porte RJ45 10-100Mb autosensing e autocrossing SNMP;
- Velocità instradamento fino a 1190K pps @ 100Base-Tx/Fx;
- Buffer pacchetti da 256KB e tabella indirizzi da 4K nodi;
- Tempo di latenza inferiore a 5 sec., pacchetto escluso;
- n° 32 Led di controllo (3 per ogni porta RJ45+4FO+Power+SelfTest);
- Potenza assorbita 10 W tipico;
- Normative di Conformità IEEE1613 Electric Power Station (C37.90), UL-2043 fire test;
- MTBF superiore a 10 anni (metodo Telcordia-Bellcore);
- software incluso, SNMP, QoC, CLI, Telnet, Security, STP, VLAN, BootP / DHCP;
- DC input 20-60 VDC auto-ranging;
- temperatura di funzionamento da -40°C a + 75°C;
- contenitore metallico sigillato IP 51, senza ventilatori o aperture di aereazione;
- funzione link-loss-learn in grado in caso di mancanza di connessione in rete ad anello di resettare il tutto e reinstradare senza perdita di dati con percorsi ridondanti;

Compreso minuteria per il fissaggio, cavi di collegamento e quant'altro occorrente per dare l'opera completa e funzionante a perfetta regola d'arte.