

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA

AMBIENTE - INGEGNERIA - SICUREZZA

Ing. Francesco Coda

via del Giubileo 2000, 2 84095 Giffoni Valle Piana (SA) - via Fangarelli Zona Industriale 84131 Salerno
tel. 333 1706995 - Ing.coda@tiscali.it - www.omnialing.it - P.Iva 04785490659



COMUNE DI SANZA
PROVINCIA DI SALERNO

*LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO
COMUNALE PER GRAVE DISSESTO
IDROGEOLOGICO - TRASFERIMENTO DEPURATORE
COMUNALE*

- PROGETTO ESECUTIVO -

Committente: COMUNE DI SANZA (SA)
C.F.: 83002260657

ELABORATO:
RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO ELETTRICO E TELECONTROLLO

ALLEGATO n.:

R.03

Pagine: 32

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Per dichiarazioni rese, ricevuta e
autorizzazione al trattamento dati
personali L. 196/03

IL TECNICO:

Ing. Francesco Coda

VISTO:

Data	Rev.	Descrizione
02/08/2021	0	Emissione

Indice

1. IMPIANTI ELETTRICI 3

2. IMPIANTO TELECONTROLLO 30

1. IMPIANTI ELETTRICI

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente impianto in progetto, sarà realizzato in conformità alla normativa vigente, ed in particolare:

- DPR N° 547 del 27 aprile 1955 (Norme per la prevenzione gli infortuni sul lavoro)
- Legge del 1 marzo 1968 N° 186 (Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiatura, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici)
- Legge N° 791 del 18/10/1977 (Attuazione delle direttiva CEE N° 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione)
- D.P.R. 384 del 27/04/78 e Legge n. 118 del 03/03/1971 (Disposizioni per l'abbattimento delle barriere architettoniche)
- D.M. N° 37 del 22/01/08 (ex L. 46-90 Norme per la sicurezza degli impianti)
- D.L. N° 81 del 09/04/08 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Ex D.L. 626)
- Norma CEI 11-1 (Impianti di distribuzione dell'energia elettrica. Norme generali)
- Norma CEI 11-8 (Impianti di distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra)
- Norma CEI 17-13/1 (Apparecchiature assiemate di protezione a manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS))
- Norma CEI 17-13/3 (Apparecchiature assiemate di protezione a 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 (ASC))
- Norma CEI 20-19 (Cavi per energia)
- Norma CEI 20-22 (Cavi isolati non propaganti l'incendio)
- Norma CEI 23-8 (Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro (PVC) ed accessori)
- Norma CEI 23-30 (Dispositivi di connessione)
- Norma CEI 23-31 (Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi)
- Norme CEI 64-8 (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1500 V in corrente alternata e a 1000 V in corrente continua)
- Norma CEI 64-12 (Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario)
- Norma CEI 64-50 (Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici - Criteri generali)
- Norma CEI 64-52 (Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici)
- Norma CEI 81-10/1/2/3/4 (Protezione contro i fulmini)
- Norme CEI 83-1-2-3-4-5-6 (Sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES))

Si ricorda che ai sensi della legge N° 37 del 2008 i lavori relativi all'impianto elettrico debbono essere effettuati da una ditta impiantista iscritta negli appositi albi provinciali della Camera di Commercio o degli Artigiani e che a fine lavori dovrà essere prodotta dalla stessa la dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte ed alle normative vigenti.

Si sottolinea che l'elenco è puramente indicativo, e non esaustivo, delle principali Norme e Leggi (e successive modifiche ed integrazioni) a cui ci si dovrà attenere in fase di realizzazione dell'opera

oggetto della presente Relazione.

2.2 FORNITURA D'ENERGIA E DATI PROGETTUALI

Dati elettrici:

- Sistema elettrico: TN
- Tensione: 400 V
- Corrente di corto circuito alla consegna: 10 kA
- Frequenza di rete: 50 Hz
- Potenza contrattuale: ≥ 35 kW
- Vincoli da rispettare: Nessuno, esclusi quelli normativi
- Temperatura max/min interno: $+5$ °C / $+35$ °C
- Temperatura max/min esterno: -5 °C / $+40$ °C
- Formazione di condensa: No
- Altitudine: < 1000 m (slm).

2.3 CARATTERISTICHE GENERALI IMPIANTI

I lavori da realizzare e oggetto dell'appalto comprendono tutte le opere necessarie per l'alimentazione elettrica, i comandi e i controlli delle utenze previste nel Progetto Esecutivo a partire dall'allacciamento alla rete dell'Ente distributore. S'intende che le prescrizioni che seguono, inserite in forma generale, vanno riferite al contesto contrattuale specifico e pertanto non si dovrà tener conto di indicazioni di capitolato riguardanti apparecchiature e collegamenti elettrici che non siano comprese fra le opere contrattuali.

Lo schema di distribuzione e quindi la conseguente realizzazione dei quadri deve permettere la messa fuori funzione delle singole utenze e di sezioni di impianto per i cicli di manutenzione senza dover fermare parti di impianto in esercizio.

L'Impresa dovrà provvedere alla fornitura e posa in opera di tutti i materiali, le apparecchiature e gli accessori in modo da garantire un perfetto funzionamento del complesso degli impianti elettrici.

L'esecuzione di tutti i lavori inerenti all'installazione di impianti elettrici dovrà avvenire osservando le prescrizioni tutte della legislazione vigente. La rispondenza degli impianti alle norme ed alle leggi vigenti è intesa nel senso più restrittivo e ciò non solo relativamente all'esecuzione degli impianti ma anche ad ogni singolo componente dell'impianto stesso. Per questo dovranno essere utilizzate, per quanto possibile, apparecchiature certificate dall'Istituto del marchio di qualità (IMQ) o di Istituti equivalenti.

Nel seguito si forniscono le principali norme generali a cui ci si dovrà attenere per la realizzazione degli impianti elettrici, di strumentazione, di comando e controllo ed assimilati. Le ditte Concorrenti sono in particolare invitate ad osservare le seguenti prescrizioni; eventuali deroghe dovranno essere adeguatamente motivate. Le prescrizioni che sono riportate nel seguito sono di validità generale, e non costituiscono, da sole, la descrizione delle opere. Esse sono infatti integrate da una relazione tecnica di progetto degli impianti elettrici allegata al progetto generale, nella quale sono riportate le descrizioni specificamente riferite al progetto delle opere.

Per la realizzazione degli impianti si dovranno applicare pertanto, in ordine di priorità:

- Le prescrizioni contenute negli elaborati progettuali, per quanto comporta la descrizione delle opere da realizzare ed alcune prescrizioni aggiuntive alle vigenti norme di legge e CEI;

- Le prescrizioni riportate nel seguito, aventi validità generale, per quanto non in contrasto con le indicazioni della relazione tecnica. In caso di difformità tra la relazione tecnica e le prescrizioni generali seguenti, saranno considerate predominanti le indicazioni della relazione tecnica.

In caso di contrasto tra le vigenti norme di legge e le norme tecniche del CEI da una parte e le prescrizioni della relazione tecnica e le prescrizioni generali seguenti dall'altra, la Ditta appaltatrice dovrà provvedere immediatamente a segnalare alla Direzione dei Lavori tale contrasto. Per nessuna ragione sarà ammessa la realizzazione di impianti difformi dalle norme legislative vigenti. Può essere ammessa la realizzazione di impianti difformi dalle norme CEI in vigore solo se tale difformità sarà stata esplicitamente autorizzata dalla DL ed a seguito di motivate ragioni tecniche e/o scelte progettuali.

PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

A. Protezione contro i contatti diretti

Sistemi di I categoria

Si prevedono le seguenti protezioni contro i contatti diretti:

1. Isolamento delle parti attive.
2. Involucri o barriere con le seguenti caratteristiche:
 - grado di protezione minimo in funzione della classificazione dei luoghi;
 - involucri/barriere rimovibili a condizione che:
 - sia utilizzata una chiave o un attrezzo, oppure
 - dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive, poste dietro barriere o involucri, il ripristino sia subordinato alla sostituzione o alla richiusura delle barriere o degli involucri stessi.
3. Mediante interruttori differenziali con $I_{dn} = 0,03 \text{ A}$ (da intendersi come protezione aggiuntiva).

Sistemi di II categoria

Nel progetto si intendono come idonei, nei sistemi di II categoria, i quadri elettrici equipaggiati con apparecchiature prefabbricate. Per la protezione contro i contatti diretti si devono soddisfare le prescrizioni contenute nelle norme CEI 17-6 e CEI 11-18 cap. 3.

B. Protezione contro i contatti indiretti

Sistemi di I categoria

Interruzione automatica dell'alimentazione (sistemi TN)

Il sistema elettrico da considerare per l'impianto in esame è TN.

Per realizzare la protezione contro i contatti indiretti, mediante interruzione automatica dell'alimentazione, si devono soddisfare tutti i seguenti punti:

- si devono collegare tutte le masse dell'impianto in esame al punto di messa a terra del sistema di alimentazione che generalmente coincide con il punto neutro;
- $Z_s \cdot I_a \leq U_0$. Il prodotto di Z_s (impedenza dell'anello di guasto che comprende: la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto, ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente, in ohm) e di I_a (corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere, nei tempi indicati dalla norma CEI 64-8 art. 413.1.3.3) deve risultare inferiore a U_0 (tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra).

Poiché generalmente per i circuiti terminali risulta difficoltoso soddisfare alla relazione citata ($Z_s \cdot$

la $\leq U_0$) utilizzando dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, in tali occasioni si dovranno pertanto utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale.

Sistemi di II categoria

La cabina elettrica deve essere dotata di un impianto di terra conforme alle norme CEI 11-1; le masse estranee della cabina devono essere collegate all'impianto di terra.

C. Protezione contro gli effetti termici

Al fine di realizzare una protezione contro gli effetti termici dovuti all'impianto elettrico:

- devono essere soddisfatte le condizioni riguardanti le sovracorrenti;
- devono essere valutate le probabili sovratensioni di origine atmosferica.

I componenti elettrici che possono raggiungere temperature pericolose devono essere installati in uno dei seguenti modi:

- entro elementi costituiti da materiali che resistano a tali temperature;
- dietro schermi termicamente isolanti;
- a distanza sufficiente per permettere un'adeguata dissipazione del calore.

I componenti elettrici che nel loro funzionamento ordinario possono provocare archi o scintille devono:

- essere racchiusi in elementi con adeguato grado di protezione;
- essere schermati con elementi di materiale resistente agli archi.

D. Protezione contro le sovracorrenti

Per la protezione contro le sovracorrenti devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

protezione contro i sovraccarichi	protezione contro i cortocircuiti
$I_b \leq I_n \leq I_z$ e $I_f \leq 1,45 I_z$	$I^2 t \leq K^2 S^2$

dove:

I_b = corrente assorbita dall'utilizzatore

I_n = corrente nominale interruttore di protezione

I_z = corrente di portata del cavo utilizzato

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace

t = durata del cortocircuito in secondi

S = sezione del conduttore in millimetri quadrati

$K=115$ per i conduttori in rame isolati con PVC

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o butilica

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica

Inoltre riguardo ai dispositivi di protezione, il loro potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

E. Sezionamento e comando

Ogni circuito deve poter essere sezionato dall'alimentazione (CEI 64-8 art. 462.1). Il sezionamento deve avvenire su tutti i conduttori attivi. Il conduttore di neutro è un conduttore attivo.

Devono essere adottati mezzi idonei per evitare che qualsiasi componente elettrico possa essere alimentato intempestivamente.

Tali precauzioni possono consistere in una delle seguenti misure:

- blocco meccanico sul dispositivo di sezionamento;
- scritte o altre opportune segnalazioni;
- collocazione del dispositivo di sezionamento entro un locale od un involucro chiusi a chiave.

F. Comandi di emergenza

Devono essere previsti dispositivi per il comando di emergenza quando può essere necessario agire sull'alimentazione per eliminare pericoli imprevisti.

G. Interruttori di comando

Nei circuiti bipolari il comando funzionale può essere unipolare, purché non sia inserito sul conduttore del neutro e il circuito sia dotato di un dispositivo di sezionamento a monte.

SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI

Requisiti generali

“I materiali e i componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell’Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), nonché di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia, si considerano a regola d’arte” (Legge 5/3/90 n. 46 art. 7 comma 1).

Quando sul materiale elettrico è apposto un marchio di conformità: sia IMQ o un altro rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli Stati membri della Comunità economica europea; oppure ancora di una dichiarazione di conformità a tali norme rilasciata dal costruttore, importa la presunzione che detto materiale elettrico risponda alle prescrizioni di sicurezza ovvero si considera a regola d’arte (cfr Legge 18/10/77 n. 791 art. 7).

Per tutti gli apparecchi soggetti ai requisiti della direttiva comunitaria sulla compatibilità elettromagnetica (EMC), si dovrà apporre la marcatura CE; tale procedimento vale anche per tutti gli apparecchi di nuovo acquisto cui può essere applicata la direttiva comunitaria Bassa Tensione.

Cavi e conduttori

In accordo con le informazioni contenute nel progetto degli impianti elettrici, nei sistemi di prima categoria si considera idoneo l’uso dei seguenti tipi di cavo:

N07V-K	cavo unipolare, isolato in PVC con tensione di isolamento $U_0/U = 450/750$ V; conduttore a corda flessibile;
N07G9-K	cavo unipolare, isolato in elastomero reticolato speciale con tensione di isolamento $U_0/U = 450/750$ V; conduttore a corda flessibile;
FROR 450/750 V	cavo multipolare, isolato in PVC con tensione di isolamento $U_0/U = 450/750$ V; guaina in PVC; conduttori a corda flessibile
N1VV-K	cavo multipolare, isolato in PVC con tensione di isolamento $U_0/U = 0,6/1$ kV; guaina in PVC; conduttori a corda flessibile
FG16R	cavo multipolare, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo, con tensione di isolamento $U_0/U = 0,6/1$ kV; guaina in PVC; conduttori a corda flessibile
FG10(O)M1	cavo multipolare, isolato in gomma a basso sviluppo di fumi e di gas tossici e

corrosivi, con tensione di isolamento $U_0/U = 0,6/1$ kV; guaina in materiale termoplastico a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi; conduttori a corda flessibile

Tutti i cavi impiegati nell'impianto in oggetto devono rispondere alle norme costruttive stabilite dalle norme CEI, alle norme dimensionali stabilite dalle norme UNEL ed essere dotati del Marchio Italiano di Qualità.

Sezioni dei conduttori

Le sezioni dei conduttori dovranno corrispondere a quelle riportate negli elaborati di calcolo e negli schemi unifilari dei quadri elettrici.

In ogni caso le sezioni minime dei conduttori dovranno essere le seguenti:

2,5 mm² per i circuiti di potenza alimentanti macchine, motori o prese, indipendentemente dalla potenza di questi

1,5 mm² per tutti circuiti degli impianti di illuminazione, comandi, segnalazione, ed altri impianti a tensione ridotta, ad esclusione dei cavi degli impianti telefonici e similari e a condizione che siano collocati entro tubi, canali, o guaine protettive

Colori dei cavi

Riguardo ai conduttori di fase, se si fa uso dei colori per individuarne la funzione, si ritiene idoneo l'uso di tutti i colori previsti nella norma CEI-UNEL 00722:

nero, marrone, grigio, arancione, bianco, rosa, rosso, viola, violetto.

Si raccomanda, per i circuiti di distribuzione l'utilizzo dei colori: nero, marrone, grigio.

Per il conduttore di neutro è ammesso esclusivamente il colore blu chiaro. Per i conduttori di protezione, i conduttori di terra ed il conduttori equipotenziali è ammesso esclusivamente il bicolore giallo-verde.

In deroga a quanto sopra, in un cavo multipolare, in assenza del conduttore di neutro, l'anima di colore blu chiaro può essere usata come conduttore di fase.

Tubi protettivi canali e passerelle

I tubi protettivi e i canali menzionati cui se ne richiede l'uso nel progetto, devono soddisfare ai requisiti di seguito elencati:

- Tubi protettivi rigidi ed accessori di metallo, isolanti o composti, filettabili e non filettabili rispondenti alle caratteristiche tecniche previste dalla Norma CEI EN 50086-2-1; nei casi di installazione in vista su parete o soffitto;
- Tubi pieghevoli corrugati longitudinalmente ed accessori in materiale isolante rispondenti alle caratteristiche tecniche previste dalla Norma CEI EN 50086-2-2; nei casi di posa sottopavimento o in controsoffittature, in scanalature ricavate nei muri o all'interno di pannelli costituenti pareti mobili;
- Tubi flessibili ed accessori in materiale isolante rispondenti alle caratteristiche tecniche previste dalla Norma CEI EN 50086-2-3; nei casi di collegamenti a macchine con parti mobili;
- Canali portacavi in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa, rispondenti alle caratteristiche tecniche previste dalla norma CEI 23-19;
- Canali in materiale metallico rispondenti alle caratteristiche tecniche previste dalla norma CEI 23-31;
- Canali in materiale plastico isolante rispondenti alle caratteristiche tecniche previste dalla norma CEI 23-32.

- Passerelle perforate in materiale metallico (acciaio zincato) rispondenti alle caratteristiche tecniche previste dalla norma CEI 23-31.

Posa dei tubi protettivi

Generalmente i tubi protettivi, compatibilmente con le indicazioni fornite dal costruttore, si possono mettere in opera in uno dei modi qui indicati:

- entro cavità di strutture;
- entro cunicoli;
- interrati;
- incassati nella struttura (p.e. sottotraccia);
- in montaggio sporgente (p.e. su parete);

mentre non sono ammessi nei seguenti casi:

- in posa aerea;
- immersi in acqua.

Nelle tubazioni si deve sempre poter sfilare e reinfilare i cavi. A tal fine il diametro interno dei tubi protettivi si deve scegliere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che i tubi stessi sono destinati a contenere.

Il percorso scelto per la posa dei tubi protettivi, non deve risultare in prossimità di condutture contenenti fluidi ad elevata temperatura; inoltre non è ammesso ammararsi a tubazioni, canali o ad altre installazioni impiantistiche.

La posa dei tubi protettivi non dovrà limitare le operazioni di manutenzione su altri impianti.

Posa di tubi interrati

I tubi protettivi in materiale isolante e in materiale metallico devono sempre essere installati ad una profondità non inferiore a 0,5 m; tuttavia per i tubi protettivi in materiale metallico (meccanicamente più resistenti) è permessa una profondità di posa minore di 0,5 m dal piano calpestabile; se il caso specifico lo prevede tale indicazione verrà data nella sezione riguardante la descrizione delle opere.

Nei parallelismi tra tubazioni metalliche (non elettriche) e tubi protettivi metallici e/o isolanti, l'interdistanza tra gli stessi non deve essere minore di 0,3 m.

Negli incroci tra le condotte del gas di 4a e 5a specie e tubi protettivi metallici e/o isolanti, l'interdistanza tra gli stessi non deve essere minore di 0,5 m. È permesso ridurre tale distanza, interponendo, fra la condotta del gas e la tubazione elettrica diaframmi continui in materiale non metallico, come ad esempio lastre di calcestruzzo. Tali diaframmi devono essere prolungati in tutte le direzioni orizzontali dell'incrocio per almeno 1 m.

Posa di tubi incassati nella struttura

I tubi protettivi incassati nei pavimenti si devono scegliere del tipo pesante ovvero protetti da possibili danneggiamenti (p.e. schiacciamenti).

I tubi protettivi incassati all'interno di pareti in modo rigido devono essere orizzontali o verticali o paralleli agli spigoli delle pareti.

Posa di tubi in montaggio sporgente

Nei tratti a parete o a plafone i tubi protettivi di tipo rigido, siano essi in materiale plastico o metallico, si devono fissare con adatti sostegni posti fra loro ad una interdistanza massima di 80 cm. Tali sostegni, in materiale plastico o di acciaio cadmiato, si devono fissare alla struttura con tasselli ad espansione o tecniche similari; fanno eccezione i fissaggi mediante chiodi a sparo che

non si ritengono idonei e di cui ne è pertanto vietato l'uso.

I tubi protettivi devono essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo da rendere più agevoli le future operazioni di riverniciatura per manutenzione; inoltre, così facendo, è assicurata una sufficiente circolazione di aria.

E' ammesso l'impiego di curve stampate a corpo unico o guaine flessibili di tipo spiralato. Non sono ammessi in nessun caso raccordi per derivazioni a T.

L'ingresso dei tubi protettivi in cassette o quadri elettrici deve essere eseguito con l'impiego di appositi raccordi o adattatori.

Quando per la costruzione di una conduttura si utilizzano tubi protettivi metallici, si deve garantire la continuità elettrica degli stessi, impiegando sempre la raccorderia prevista dal costruttore.

Il tratto di conduttura compreso tra due apparecchiature deve avere un numero di curve tali per cui la somma, in gradi sessagesimali, degli angoli piani delle curve non deve superare i 180° (per esempio due curve da 90°). Il tipo, il dimensionamento e le ubicazioni delle cassette rompitratta deve essere scelto in modo tale che il raggio di curvatura dei cavi in esse transitanti non sia inferiore, sia in fase di infilaggio che in fase definitiva, a quello prescritto dal costruttore del cavo stesso.

La scelta e la posa dei tubi protettivi dovrà essere tale da garantire il perfetto funzionamento dei cavi contenuti e consentirne la giusta ventilazione, inoltre, ad installazione ultimata, anche un buon aspetto estetico degli impianti, soprattutto nei tratti con posa a vista.

Una volta completato il montaggio della conduttura, il grado di protezione non deve essere inferiore a quello previsto nel progetto.

Posa dei canali e passerelle

Generalmente i canali e le passerelle, compatibilmente con le indicazioni fornite dal costruttore, si possono mettere in opera in ognuno dei modi di posa qui indicati:

- entro cavità di strutture solo se accessibili;
- incassati nella struttura solo se accessibili (p.e. cunicoli);
- in montaggio sporgente (p.e. su parete);
- in posa aerea;

mentre non sono permessi nei seguenti tipi di posa:

- interrati;
- entro cunicoli chiusi;
- immersi in acqua.

I canali in metallo devono essere in acciaio zincato e muniti di coperchio con chiusura a scatto; i singoli elementi si devono raccordare in modo tale da assicurare la continuità elettrica.

I canali in materiale isolante devono avere adeguata robustezza meccanica, resistenza ai prodotti chimici in genere e agli ambienti umidi e corrosivi.

Le passerelle perforate in metallo devono essere in acciaio zincato; i singoli elementi si devono raccordare in modo tale da assicurare la continuità elettrica.

Nei canali e nelle passerelle, il rapporto tra la sezione del canale e l'area della sezione retta occupata dai cavi non deve essere inferiore a due.

L'installazione a parete di passerelle perforate metalliche deve essere prevista per mezzo di sostegni quali: staffe e mensole zincate.

Il fissaggio dei sostegni alle strutture metalliche deve essere realizzato con l'uso di bulloni, mentre per quelle in muratura deve essere realizzato con tasselli ad espansione.

Salvo diversa indicazione, l'interasse tra due sostegni deve essere tale da sostenere un peso della condotta di 150 kg/m² di superficie di passerella, in ogni caso i sostegni devono avere un interasse non superiore ai 2 m. I sostegni inoltre devono essere presenti nei punti di diramazione e all'inizio di tratti in salita o discesa, in modo da assicurare alla passerella una buona rigidità meccanica.

Le giunzioni dei singoli elementi di passerella, non devono costituire pericolo di abrasione per la guaina dei cavi durante la posa.

In corrispondenza di eventuali tagli e forature d'aggiustaggio la zincatura deve essere ripristinata a freddo con prodotti appropriati.

I cambi di direzione devono essere realizzati mediante elementi di raccordo, con raggio di curvatura non inferiore ad 8-10 volte il diametro del cavo di sezione maggiore.

Nell'attraversamento delle solette devono essere installati telai metallici sporgenti dal pavimento almeno 50 mm, atti ad impedire che acqua, segatura ecc. cadano sul piano sottostante. Nei casi previsti i citati telai devono permettere la realizzazione di barriere antifuoco.

Le passerelle, se non è espressamente indicato il contrario, dovranno essere complete di coperchio dello stesso tipo della passerella. Nei tratti verticali il coperchio dovrà essere fissato con viti.

Posa dei cavi unipolari e multipolari

I tipi di posa ammessi sono quelli che possono essere ricavati dalla norma CEI 64-8 parte 5a tabella 52.C.

Di seguito si evidenziano condizioni di posa particolari da attuare nelle fasi di installazione delle condutture previste.

Non è ammessa la posa di conduttori appartenenti a sistemi diversi all'interno della stessa condotta a meno che non venga autorizzata esplicitamente nel progetto. Nel caso di impianti a tensione diversa nella stessa cassetta di derivazione, dovranno prevedersi idonei setti separatori.

La condizione qui sopra riportata compare anche nella norma CEI 64-50 al paragrafo 4.8 che recita: "Dal punto di vista della possibilità di facile individuazione e sfilabilità dei conduttori, nonché della ispezionabilità delle giunzioni, è consigliabile che i diversi impianti (...) abbiano canalizzazioni separate".

Nel progetto si intendono per diversi impianti:

- linee circuiti di potenza;
- linee circuiti di comando e controllo;
- linee telefoniche;
- linee trasmissione dati;
- linee citofoniche;
- linee circuiti antieffrazione e antintrusione;
- linee impianti TV e TVCC;
- linee impianto rivelazione incendio.

Le condizioni di posa prescelte, devono essere tali da proteggere sempre i conduttori dagli sforzi meccanici; ad esempio nell'infilaggio in tubi protettivi si deve prestare attenzione ad evitare distorsioni od eventuali eliche che impediranno lo sfilamento e ad eventuali abrasioni dell'isolante. In generale, nei casi di posa in condotti fatti in materiale ferromagnetico, i conduttori di ciascun circuito devono essere disposti nello stesso involucro.

Posa in tubi protettivi

Riferendosi ai conduttori attivi, è ammesso posare nei tubi protettivi:

- cavi senza guaina;
- cavi con guaina, multipolari e unipolari;

mentre non è ammesso posare nei tubi protettivi conduttori nudi

Nella posa in tubi protettivi di forma circolare e non circolare dovrà essere evitata ogni giunzione diretta sui cavi, che devono essere tagliati nella lunghezza adatta ad ogni singola applicazione. Saranno ammesse giunzioni dirette solamente nei casi in cui le tratte senza interruzione superino la lunghezza delle pezzature commerciali allestite dai costruttori. Le giunzioni e le derivazioni dovranno in ogni caso essere eseguite esclusivamente entro cassette ed a mezzo di morsetti, aventi questi ultimi sezioni adeguate alla dimensione dei cavi ed alle correnti transitanti.

Posa in passerella

Riferendosi ai conduttori attivi, è permesso posare in passerella:

- cavi con guaina, multipolari e unipolari;

mentre non è permesso posare:

- cavi senza guaina;
- conduttori nudi.

I cavi posati su passerella devono essere fissati a questa mediante legature che mantengono fisso i cavi nella loro posizione; in particolare, nei tratti verticali e inclinati delle passerelle, le legature dovranno essere più numerose ed adatte a sostenere il peso dei cavi stessi. I cavi dovranno essere disposti distanziati tra di loro in modo che venga assicurata in ogni caso la ventilazione. Non sono consentite giunzioni fatte all'interno di passerelle, ma solo in idonee cassette di derivazione da fissare sul bordo della conduttura con bulloni e dadi; sono tassativamente vietate viti autofilettanti che potrebbero danneggiare le guaine dei cavi.

Posa in canale

Riferendosi ai conduttori attivi, è permesso posare in canale:

- cavi senza guaina;
- cavi con guaina, multipolari e unipolari;

mentre non è permesso posare conduttori nudi

In un canale rispondente alle norme vigenti di prodotto, ma non provvisto di coperchio, è ammessa, ma non raccomandata la posa di cavi unipolari senza guaina (p.e. N07V-K).

Come per la posa in passerella non sono permesse giunzioni fatte all'interno di canali, ma solo in idonee cassette di derivazione da fissare sul bordo della conduttura con bulloni e dadi; sono tassativamente vietate viti autofilettanti che potrebbero danneggiare le guaine dei cavi.

Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere utilizzate come rompitratta oppure per contenere dispositivi di giunzione, derivazione, o altri componenti non manovrabili dall'esterno.

L'uso di cassette di derivazione come rompitratta è inteso nei seguenti casi:

- ogni due curve;
- ogni 15 m nei tratti rettilinei;
- all'ingresso di ogni locale alimentato;
- in corrispondenza di ogni apparecchio di illuminazione.

Le cassette non devono riempirsi oltre il 50 % della loro capacità. I conduttori dovranno essere legati all'interno delle cassette di derivazione e disposti in modo ordinato circuito per circuito.

Le cassette metalliche devono essere provviste di morsetto di messa a terra. Le cassette di derivazione devono essere complete di morsettiere di tipo componibile su guida DIN di sezione e dimensione adeguata ai conduttori che vi fanno capo.

Le cassette di derivazione per impianto a vista devono avere un grado di protezione adeguato alla loro ubicazione, con imbicchi ad invito per le tubazioni, con pressacavi o passacavi.

Le cassette per incasso devono essere in resina con coperchio in plastica fissato con viti e con fratture prestabilite per il fissaggio dei tubi.

Nelle cassette di derivazione non è ammesso connettere o far transitare conduttori anche della stessa tensione ma appartenenti ad impianti o a servizi diversi; salvo precise indicazioni riportate nella descrizione delle opere.

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette e scatole deve essere applicato un contrassegno per indicare l'impianto di appartenenza.

Prese a spina

Tutte le prese di corrente dovranno portare impresso il marchio di qualità I.M.Q. attestante la costruzione delle medesime secondo regola d'arte.

Le prese del tipo da incasso serie civile devono essere costruite secondo le norme CEI 23-5, essere del tipo bipolare con poli (o alveoli) allineati, più il polo di terra centrale.

La portata nominale di corrente, alla tensione di 250V dovrà essere da 10 a 16A o bivalente 10/16A.

Le prese a spina con portata superiore a 16A devono essere protette singolarmente contro le sovracorrenti ed essere del tipo industriale conformi alla norma IEC 309-1; se non specificato il polo di terra deve trovarsi a ore 6.

Le prese a spina devono essere scelte e installate in modo da prevenire i danneggiamenti che possano presumibilmente derivare dalle condizioni d'ambiente e d'uso (ad esempio nelle autorimesse l'urto di un autoveicolo).

Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione installati sospesi a soffitto devono essere montati in modo che il loro movimento non possa danneggiare i cavi di alimentazione.

Nei casi in cui esistano pericoli derivati da urto, devono essere installati apparecchi di illuminazione dotati di protezione specifica.

Gli apparecchi di illuminazione montati in strutture in legno, devono essere costruiti in modo tale che non vengano superate, nell'esercizio ordinario, le temperature che possono essere sopportate dai materiali che costituiscono dette strutture.

Illuminazione esterna

Nella scelta degli apparecchi di illuminazione esterna è necessario prendere in considerazione i seguenti parametri:

- il tipo di area da illuminare (p.e.: strade interne di complessi industriali, sentieri e vialetti pedonali);
- il tipo di montaggio dell'apparecchio di illuminazione (p.e.: a testapalo, su braccio a palo, direttamente a parete o tramite braccio...);
- la classe dell'apparecchio, in base al tipo di protezione contro i contatti indiretti;
- il grado di protezione;
- il tipo di lampada da utilizzare (p.e.: sodio ad alta pressione, alogenuri metallici, vapori di mercurio), in base alle proprie caratteristiche illuminotecniche.

Nel caso specifico si prevede l'installazione di corpo illuminante LED 30 W con armatura stradale in pressofusione di alluminio verniciata a polveri poliestere previa passivazione trivalente con sistema di chiusura del coperchio con leva e di ritenuta mediante doppia asta metallica a scorrimento, su palo rastremato di altezza non superiore a m 7,80 o sbraccio

Componenti:

- Palo rastremato in acciaio zincato 4 sezioni base 168mm testa 102mm altezza Ft 7,80mt in acciaio conforme alla UNI10219 spessore 4mm zincatura a caldo UNI EN ISO 1461 conforme alla normativa CEI 7-6.
- Armatura con telaio in alluminio pressofuso copertura in tecnopolimero attacco alluminio pressofuso, viteria in acciaio inox ottica interna in alluminio stampato e brillantato guarnizione siliconica vetro di protezione piano temperato spessore 4mm coppa metacrilato con blocco alimentazione a baionetta colore telaio RAL (a scelta della DL colore), copertura colore RAL (a scelta della DL), classe di isolamento II grado di protezione IP66 filtro anticondenza classificazione fotometrica Cut-Off.
- Corpo illuminante LED 30 W a luce bianca fredda non inferiore a 5000k.

Illuminazione di emergenza

Le vie e le uscite di emergenza devono essere dotate di un illuminazione di sicurezza, che entri in funzione in caso di guasto dell'impianto elettrico.

Gli apparecchi di illuminazione di emergenza, ove previsti, dovranno essere del tipo autonomo, con batteria e inverter e ricarica in tampone, autonomia 60 minuti.

In casi particolari è previsto l'utilizzo di complessi autonomi di emergenza all'interno di plafoniere per illuminazione normale.

Pali per illuminazione esterna

Nella scelta del tipo e delle dimensioni dei pali su cui fissare gli apparecchi di illuminazione esterna è necessario prendere in considerazione i seguenti parametri:

- la norma UNI EN 40
- il tipo di area da illuminare (p.e.: strade interne di complessi industriali, sentieri e vialetti pedonali);
- il tipo di montaggio dell'apparecchio di illuminazione (p.e.: a testapalo, su braccio a palo, direttamente a parete o tramite braccio...);
- la corrosione dovuta agli agenti atmosferici al fine di stabilirne il grado di protezione (p.e. mediante zincatura a caldo se il palo è metallico, oppure scegliendo un palo in resina);
- la necessità e la possibilità di realizzare idonee fondazioni, in base alle dimensioni, al peso del palo e alla velocità del vento convenzionalmente stabilita per la zona d'Italia dove è ubicato il luogo di installazione.

La geometria di installazione dei pali è dipendente dai diversi parametri di illuminazione che si vogliono conseguire.

Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata. E' previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR-UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 -norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85. Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni progettuali. In corrispondenza del punto di incastro del palo, nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di

40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo. Per il fissaggio dei bracci o dei cordoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura. Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei cordoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX dei tipo X12 Cr13 secondo norma UNI 6900/71. Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 mm x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 mm x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del direttore dei lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare. Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II. Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e cordoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6 (1968). Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari". Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o cordoli zincati a caldo secondo norma UNI-EN 40/4 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni progettuali.

La disposizione dei pali è intesa lungo il perimetro del lotto o in corrispondenza delle vasche, tuttavia nel caso si vogliono adottare altre soluzioni, verranno indicate nella descrizione delle opere. Naturalmente una volta installati i pali non devono arrecare intralcio alla circolazione.

Quadri elettrici modulari in metallo

I quadri elettrici devono essere progettati, assemblati e collaudati nel totale rispetto delle vigenti norme tecniche e legislative, con particolare, ma non esclusivo riferimento alle seguenti, che riguardano l'assemblaggio di quadri prefabbricati di tipo AS, ANS:

- EN 60439-1
- EN 60439-3

Una volta costruito ogni quadro deve essere fornito completo di targa riportante:

- nome o marchio del costruttore;
- codice di identificazione del costruttore;
- corrente nominale del quadro;
- natura della corrente e frequenza;

- tensione nominale di funzionamento;
- grado di protezione;
- certificato di conformità e schema elettrico;
- marcatura CE, nei casi previsti dal caso specifico.

La costruzione dei quadri previsti nel progetto, oltre a soddisfare i requisiti normativi citati, deve seguire le indicazioni di seguito esposte.

Carpenteria

I quadri elettrici in base alle richieste specifiche contenute nel progetto, si possono costruire con quattro diverse forme di segregazione. Le forme di segregazione si ottengono con l'uso di barriere o diaframmi (metallici o isolanti).

- Forma 1: nessuna segregazione;
- Forma 2: segregazione delle sbarre dalle unità funzionali;
- Forma 3: alla segregazione delle sbarre dalle unità funzionali va aggiunta quella di tutte le unità funzionali l'una dall'altra eccettuati i terminali per le connessioni esterne;
- Forma 4: come per la forma 3, compresa la segregazione dei terminali per le connessioni esterne.

Salvo diversa indicazione di progetto il quadro deve essere costruito in forma 2.

Si devono poter segregare tutte quelle parti attive interne al quadro, che è possibile toccare semplicemente appoggiandovi la mano aperta.

I quadri elettrici devono essere chiusi su ogni lato, con pannelli perimetrali asportabili per mezzo di viti. Le porte frontali che devono potersi chiudere a chiave, devono essere del tipo finestrato con cristallo o lexan.

Anche se prevista la possibilità d'ispezionare il quadro dal retro, tutti i componenti elettrici devono essere facilmente accessibili dal fronte, mediante pannelli avvitati o incernierati.

Il grado di protezione dell'involucro deve essere quello indicato nel progetto riguardo all'ambiente d'installazione.

Ogni armadio deve essere completo di golfari di sollevamento a scomparsa.

Verniciatura

Per garantire una efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli devono essere opportunamente trattati e verniciati.

Il trattamento di fondo delle lamiere dovrà prevedere:

- Lavaggio
- Decapaggio
- Fosfatizzazione
- Elettro zincatura.

Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri.

Apparecchiature di comando, manovra e misura

Si devono scegliere e installare apparecchiature di un unico costruttore, almeno quelle principali.

La funzione degli interruttori deve essere indicata mediante apposite targhette visibili da chi si pone di fronte al quadro elettrico. L'installazione delle targhette deve permettere una facile individuazione delle manovre da compiere.

Si devono identificare le apparecchiature interne mediante l'uso di targhette che riportano la sigla

utilizzata nello schema elettrico. L'installazione delle targhette a lo scopo di agevolare l'ispezionabilità e rendere più facile la manutenzione.

I dispositivi di comando devono essere montati come stabilito dal costruttore. Il senso di manovra è stabilito nel seguente modo (norma CEI 16-5):

- i dispositivi di comando con leva a spostamento lineare, devono chiudersi verso l'alto o verso destra;
- i dispositivi di comando con leva a spostamento rotatorio, devono chiudere in senso orario;
- i dispositivi di comando con pulsanti; chiude il pulsante posto in alto o il pulsante di destra.

Preferibilmente gli strumenti di misura si devono scegliere del tipo modulare per guida DIN 35 mm. La classe di precisione non deve essere superiore a 1.

Collegamenti con sbarre

Si devono dimensionare sbarre e conduttori, in base ai valori delle correnti di corto circuito indicate nel progetto, per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti.

Le sbarre orizzontali devono essere scelte in rame elettrolitico, di sezione rettangolare a spigoli arrotondati e devono essere fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 4 sbarre per fase. Anche le sbarre verticali devono essere scelte in rame elettrolitico e si devono fissare alla struttura tramite idonei supporti isolanti.

Collegamenti con cavi

Si devono utilizzare cavi unipolari senza guaina tipo H07V-K o anche N07V-K; le estremità di ogni tratto di cavo devono avere idonei capicorda (ad occhiello, a puntale o altro).

Non è consentito eseguire la distribuzione principale mediante serie di cavallotti; ogni apparecchiatura direttamente subordinata all'interruttore generale deve potersi collegare alle sbarre di distribuzione.

Colori dei cavi

I cavi unipolari destinati a diversi servizi (ausiliari in c.a. o c.c.; circuiti di allarme; circuiti di comando; circuiti di segnalazione) si devono scegliere con un diverso colore dell'isolamento, che dovrà poi essere segnalato nello schema elettrico.

Morsettiera

É consentito collegare due conduttori in uno stesso morsetto solo se sul lato interno del quadro.

Il serraggio dei morsetti si deve ottenere tramite una lamella e non direttamente dalla vite. Salvo diverse disposizioni riportate nel progetto, la morsettiera deve essere posta nella parte inferiore del quadro. La morsettiera deve sempre essere numerata e la numerazione deve essere riportata nello schema elettrico del quadro.

Collettore di terra

In ogni quadro si deve installare un collettore di terra, che potrà essere costituito da sbarra in rame nudo o da un apposito morsetto.

Doppia alimentazione

Nei casi in cui all'interno di un quadro elettrico vi è la presenza di parti attive, collegate a più di un alimentazione (p.e. alimentazione ordinaria e di riserva) si deve apporre un cartello riportante la seguente dicitura: "Attenzione quadro elettrico con due alimentazioni".

Quadri elettrici di media tensione

Scelta delle caratteristiche elettriche

Le caratteristiche elettriche nominali, da adottare per la costruzione dei quadri elettrici di media tensione, sono quelle riportate nel progetto che sono state scelte in funzione:

- della tensione di alimentazione della cabina;
- della corrente di impiego, in regime permanente, che è corrispondente alla più grande potenza trasportata in servizio ordinario, tenuto conto dei fattori di utilizzazione e di contemporaneità;
- delle condizioni ambientali;
- delle correnti di sovraccarico;
- delle correnti di cortocircuito presunte nel punto di installazione;
- dal tipo di schema elettrico adottato.

Caratteristiche generali

Il quadro di media tensione deve essere composto da unità modulari appartenenti ad una stessa serie, le cui caratteristiche comuni sono:

- esecuzione protetta per interno;
- interruttori estraibili (negli scomparti che li contengono);
- isolamento in aria;
- sezionatori e interruttori di linea isolati in SF₆ (esafluoruro di zolfo);
- sezionatori di terra in aria con visibilità del sezionamento tramite oblò ispettivo (come prescritto dal DPR 547/55).

Il quadro deve poter essere ampliato nel tempo.

Norme di riferimento

In particolare, per i quadri elettrici di media tensione, si riportano alcune delle norme e leggi di riferimento:

- IEC 298 Quadri prefabbricati con involucro metallico;
- IEC 129 Sezionatori di linea e sezionatori di terra;
- IEC 420 Interruttori di manovra - sezionatori per uso combinato con fusibili in tensione;
- CEI 17-1 fascicolo 405 interruttori;
- CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri;
- DPR 27 aprile 1955 n. 547;
- D.Lgs 19 settembre 1994 n. 626 e successive modifiche ed integrazioni.

Caratteristiche meccaniche

Ogni scomparto deve prevedere:

- una cella segregata per le barre di distribuzione, da disporre nella parte alta;
- le apparecchiature elettriche proprie di ciascun scomparto: interruttori automatici in SF₆, interruttori di manovra-sezionatori, sbarre in rame, sezionatori di terra, amarri per cavi e altro;
- la porta anteriore interbloccata con il sezionatore di terra;
- se richiesto e previsto nel progetto, superiormente allo scomparto base, un vano per l'alloggiamento di apparecchiature in bassa tensione, quali relè, sezionatori con fusibili, morsettiere, interruttori, altro.

Una volta messo insieme il quadro di media tensione, si deve imbullonare alla struttura che lo compone, e possibilmente nella parte anteriore, una barra in rame di dimensioni 30x5 mm, dove raccordare i terminali di terra e le masse metalliche delle apparecchiature e dei pannelli. I collegamenti di terra, tra parti fisse e mobili che costituiscono la struttura del quadro, si devono realizzare con conduttori flessibili di sezione pari a 16 mm².

Sul fronte quadro si devono riportare i seguenti dati:

- il nome del costruttore;
- il tipo di unità;
- l'anno di fabbricazione;
- la tensione nominale;
- la corrente di breve durata.

Deve inoltre essere riportato uno schema sinottico allo scopo di rendere più agevole lo sviluppo e l'identificazione elettrica del pannello. Sempre sul fronte quadro devono essere serigrafate le informazioni grafiche sullo stato di apertura o chiusura dell'interruttore o dell'IMS, la giusta sequenza e il verso delle manovre.

Targhe monitorie devono evidenziare i pericoli derivanti da manomissioni.

Cella sbarre

Deve trovarsi nella parte alta del pannello e contenere il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico a spigoli arrotondati inguainato.

Le sbarre devono passare da un'unità all'altra senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto unico.

La cella sbarre deve essere completamente segregata dalla cella apparecchiature tramite il L'interruttore di manovra - sezionatore (IMS) isolato in gas SF₆, nei moduli in cui esso è previsto.

Cella apparecchiature di Media Tensione

la cella "apparecchiature di media tensione" deve essere ubicata nella parte inferiore dello scomparto (ne costituisce, in ogni modo, una buona parte). L'accesso deve avvenire tramite portello incernierato e dotato dei necessari interblocchi di sicurezza che in seguito saranno descritti.

In essa devono essere contenute le apparecchiature di interruzione e protezione, i TA e TV di misura - protezione, le terminazioni cavi, i sezionatori di terra, eccetera.

L'accessibilità a tale vano deve essere consentito solo dopo aver compiuto la manovra di messa a terra delle terminazioni elettriche, della linea e delle componenti in esso contenute.

Cella comandi meccanici

Deve essere ubicata frontalmente, nella parte superiore dello scomparto e consentire di poter intervenire in sicurezza sulle parti di comando escludendo la necessità di porre lo scomparto fuori servizio eseguire le manutenzioni agli organi meccanici.

Nei moduli dotati di bobina di apertura dell'interruttore di manovra -sezionatore, detto relè potrà essere qui alloggiato unitamente ai contatti ausiliari di segnalazione.

Vano apparecchiature di bassa tensione

Se necessario, superiormente allo scomparto base deve poter essere installato questo vano, allo scopo di alloggiare la componentistica di bassa tensione come morsetti per allacciamento cavi ausiliari, apparecchiature di protezione, relè, allarmi, asservimenti elettrici ausiliari eccetera.

L'accesso deve avvenire tramite portello incernierata frontale.

Il vano apparecchiature BT costituisce, come detto, vano accessorio supplementare.

Interblocchi

Ciascuno scomparto deve avere tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che possono compromettere oltre all'efficienza e all'affidabilità delle apparecchiature, anche e soprattutto la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare devono essere previsti i seguenti interblocchi:

- blocco a chiave sull'interruttore (nelle unità con interruttore);
- blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra deve essere subordinata all'apertura del sezionatore di linea a monte corrispondente;
- blocco meccanico tra sezionatore di terra e portello di accesso. Deve essere possibile aprire il portello solo dopo che il sezionatore di terra è stato chiuso.

Non è necessario l'interblocco a chiave tra sezionatore di linea e interruttore, in quanto il primo deve essere un interruttore di manovra – sezionatore (IMS) e quindi capace di interrompere carichi sotto tensione.

Negli impianti in cui è installato un solo quadro di media tensione (ad esempio negli stabilimenti con una sola cabina di trasformazione alimentata direttamente dalla società distributrice) questi interblocchi sono, di norma, sufficienti a garantire la necessaria sicurezza operativa.

Negli impianti in cui sono installati più di un quadro in MT (tipico il caso in cui la cabina di trasformazione è distante dal punto di consegna dell'energia, e quindi si ha un QMT di ricezione ed in QMT di trasformazione) devono essere realizzati anche i necessari interblocchi tra i diversi quadri. Ad esempio, il sezionatore di terra installato sullo scomparto di arrivo linea del quadro a valle deve poter essere chiuso solo dopo la messa fuori tensione della linea.

Analogamente, deve essere possibile l'adozione di altri interblocchi meccanici e/o elettrici, ove necessario, per evitare, ad esempio, il rischio derivante da tensioni cosiddette "di ritorno" negli impianti dotati di più trasformatori.

Apparecchiature

Tutte le apparecchiature installate negli scomparti devono essere di principale marca, di buona diffusione sul territorio nazionale per assicurare il reperimento dei ricambi ed un'agevole manutenzione.

Interruttori di manovra – sezionatore (IMS)

Sono prescritti solo apparecchi isolati in gas SF₆, esafluoruro di zolfo, e racchiuse entro un apposito involucro.

Devono avere leva di comando asportabile. Le manovre devono potersi eseguire applicando all'estremità un momento inferiore a 200Nm.

Il gas SF₆ deve essere contenuto alla pressione 1,4 bar, sigillato a vita (è ammessa una perdita di gas massima dell'involucro inferiore all'1% l'anno) come definito dalle norme CEI 56-87.

L'involucro deve possedere un punto a rottura prestabilita per permettere il deflusso controllato verso l'esterno (posteriormente, o in ogni modo in direzione non pericolosa per gli operatori) di eventuali sovrappressioni che si dovessero manifestare in caso di funzionamento anomalo.

Le caratteristiche costruttive principali devono essere:

- doppio sezionamento;
- involucro in resina isolante sigillato a vita (IEC 56 all.EE);
- rottura prestabilita in caso di sovrappressione in un particolare punto in posizione tale da non creare pericoli per la tutela dell'incolumità del personale;
- raggiungimento della posizione di aperto o di chiuso a scatto meccanico senza posizioni intermedie;
- blocchi ad impedimento di innesto leva;
- possibilità di alloggiare blocchi a chiave e motorizzazioni.

Interruttori automatici

Gli interruttori automatici devono essere del tipo isolato in SF6 ad autogenerazione di pressione con camera d'isolamento tripolare.

Il comando degli interruttori deve essere del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate. Le manovre di apertura o di chiusura sono in tal modo indipendenti dall'operatore in quanto basate sulla scarica delle molle di chiusura e di apertura.

Il comando deve essere a sgancio libero e assicurare l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine d'apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura.

Devono avere dispositivo antipompaggio.

Sezionatori di terra

I sezionatori di terra, atti alla messa a terra dei cavi e delle apparecchiature MT accessibili dall'operatore, devono essere di costruzione compatta e robusta, dotati di contatti mobili e pinze autoestinguenti. I sezionatori di terra devono essere installati all'interno della cella apparecchiature, in posizione idonea alla funzione che deve svolgere.

Devono quindi essere esterni all'IMS e facilmente visibile da apposito oblò sul portello. Nel caso d'unità con fusibili, è previsto un secondo sezionatore di terra a manovra simultanea.

La manovra dei sezionatori deve avvenire dal fronte dell'unità, del tipo ad accumulo d'energia. Il comando deve essere a scatto mediante l'azione di opportune molle, e realizzare la posizione di aperto o inserito (chiuso) senza posizioni intermedie.

Scomparti standard

La serie d'unità che, assemblate, costituiranno il quadro MT, deve comprendere almeno gli scompartistandard elencati nel seguito.

Questi scomparti, opportunamente assemblati nell'ordine necessario per realizzare lo schema del quadro richiesto, consentono di assolvere alle funzioni più frequentemente richieste.

Lo sviluppo del quadro, di regola, sarà da sinistra a destra, intendendosi con ciò che l'arrivo dell'energia sarà a sinistra, mentre le alimentazioni e/o le partenze saranno sulla destra. La costruzione degli scomparti deve però essere tale che sia possibile, in casi particolari, lo sviluppo del quadro da destra a sinistra.

Eventuali necessità particolari potranno essere soddisfatte mediante la modifica opportuna degli scomparti standard sotto elencati:

- scomparto risalita sbarre;
- scomparto con interruttore automatico;
- scomparto IMS con fusibili;
- scomparto IMS senza fusibili;
- scomparto misure;
- scomparto IMS con fusibili e 3 TV
- scomparto risalita sbarre con sezionatore di terra.

Scomparto risalita sbarre

lo scomparto risalita sbarre deve contenere:

- barratura verticale in rame inguainato;
- 6 isolatori portanti.

Scomparto con interruttore automatico

lo scomparto con interruttore automatico deve contenere:

- 1 Interruttore di manovra - sezionatore isolato in esafluoruro di zolfo, comando manuale;
- 1 Interruttore automatico isolato in esafluoruro di zolfo, comando manuale;
- pressostati di allarme, contamanovre, spie sullo stato della pressione del gas (verde /gialla/ rossa);
- 1 relè indiretti autoalimentato con funzioni n° 50 e 51;
- 3 TA passanti cavo prestazione 3VA di adeguato rapporto, corrente secondaria 1A;
- 1 Sezionatore di terra in aria;
- 1 Blocco a chiave su interruttore;
- 1 Blocco a chiave su sezionatore terra;
- Derivatori capacitivi presenza rete con relative lampade;
- Barratura in rame inguainato;
- Isolatori portanti;
- Oblò di ispezione.

Scomparto con interruttore di manovra – sezionatore con fusibili

lo scomparto con interruttore di manovra deve contenere:

- 1 Interruttore di manovra - sezionatore isolato in esafluoruro di zolfo, comando manuale
- 1 Sezionatore di terra a monte dei fusibili, isolato in aria, visibile da oblò anche a portella chiusa;
- 1 Sezionatore di terra a valle dei fusibili, isolato in aria;
- Supporti portafusibili;
- Blocco a chiave su sezionatore terra in apertura e/o in chiusura;
- Derivatori capacitivi presenza rete e relative lampade;
- Isolatori portanti;
- Bobina di apertura a lancio di corrente;
- Barratura in rame inguainato;
- Oblò di ispezione.

Scomparto con interruttore di manovra – sezionatore senza fusibili

- Lo scomparto con interruttore di manovra deve contenere:
- 1 Interruttore sezionatore isolato in esafluoruro di zolfo, comando manuale;
- 1 Blocco a chiave su sezionatore terra con possibilità di estrazione chiave in apertura e/o in chiusura;
- 1 Sezionatore di terra, isolato in aria, visibile da oblò anche a portella chiusa;
- Bobina di apertura a lancio di corrente;
- Barratura in rame inguainato;
- Oblò di ispezione.

Scomparto misure

lo scomparto misure deve contenere:

- 6 Isolatori portanti
- 3 TA di adeguato rapporto
- 3 TV di adeguato rapporto
- Barratura in rame inguainato.

Scomparto IMS con fusibili e 3 TV

Lo scomparto IMS con fusibili e 3 TV deve contenere:

- 1 Interruttore sezionatore isolato in esafluoruro di zolfo, comando manuale;
- 1 Sezionatore di terra a monte dei fusibili, isolato in aria, visibile da oblò anche a portella chiusa;
- 1 Sezionatore di terra a valle dei fusibili, isolato in aria;
- Supporti portafusibili;
- Blocco a chiave su sezionatore terra;
- Derivatori capacitivi presenza rete e relative lampade di segnalazione;
- Barratura in rame inguainato;
- Isolatori portanti;
- 3 TV unipolari di adeguato rapporto;
- Oblò di ispezione.

Scomparto risalita sbarre con sezionatore di terra

Lo scomparto risalita sbarre con sezionatore di terra deve contenere:

- 1 Sezionatore di terra, isolato in aria, visibile da oblò anche a portella chiusa;
- Blocco a chiave su sezionatore terra
- Derivatori capacitivi presenza rete e relative lampade di segnalazione;
- Barratura in rame inguainato;
- Isolatori portanti.

Impianto di terra

L'impianto deve risultare così strutturato:

- DISPERSORE;
- CONDUTTORE DI TERRA "CT";
- COLLETTORE O NODO PRINCIPALE "MT";
- CONDUTTORI DI PROTEZIONE "PE";
- COND. EQUIPOTENZIALI PRINCIPALI "EQP";
- COND. EQUIPOTENZIALI SUPPLEMENTARI "EQS".

La protezione dalle tensioni di contatto sarà realizzata come segue:

- utilizzando apparecchiature elettriche con adatto grado di protezione meccanica in base al loro impiego, all'ambiente di installazione e della preparazione professionale dell'utente;
- estendendo l'impiego di interruttori differenziali in modo da eliminare l'incertezza dell'intervento delle protezioni di linea nei tempi prestabiliti dalle norme nel caso di guasto a terra;
- integrando le precedenti protezioni con la realizzazione di un valido sistema di terra in comune con quello realizzato contro le scariche atmosferiche.

La rete generale di terra sarà costituita da:

- corda di rame nuda di sezione opportuna interrata come da planimetria a non meno di 50 cm, in intimo contatto con terreno di buona qualità disperdente;
- dispersori di terra a picchetto realizzati in acciaio ramato con sezione a cilindrica della lunghezza minima di 1,5 m, infissi nel terreno entro pozzetti di ispezione.
- La corda di rame dovrà essere del tipo a tre fili, con diametro del filo elementare non inferiore a 1,8 mm. Essa non dovrà essere interrotta, né giuntata. Eventuali derivazioni dovranno essere realizzate mediante giunte a compressione, tipo crimpit o imbullonate, ed essere ispezionabili.

Per la posa della corda di rame si raccomanda quanto segue:

- eseguire uno scavo di 10 cm più profondo della posizione di posa della corda di rame;
- eseguito lo scavo verificare l'assenza di grosse pietre che possano ridurre la capacità di dispersione;
- riempire lo scavo con uno strato di 10 cm di terriccio vegetale privo di sassi o ghiaia, comprimendolo leggermente;
- adagiare sul terriccio vegetale la corda di rame nuda lasciandone in corrispondenza dei pozzetti una adeguata abbondanza per consentire la connessione al dispersore a picchetto senza che la corda venga tagliata, giuntata o comunque interrotta;
- coprire la corda di rame con altri 10 cm di terriccio vegetale leggermente compresso;
- riempire lo scavo con il materiale tolto in precedenza pressandolo bene, ed asportare la terra residua.

Per la posa delle puntazze cilindriche ramate si avrà cura di infiggerle nel terreno quanto più possibile, evitando di lasciarne una buona parte in aria; la corda di rame dovrà possibilmente esservi connessa mediante gli appositi giunti sezionabili. Nei tratti in cui il conduttore di protezione non potrà essere interrato ad una profondità uguale o superiore ai 50 cm descritti, esso dovrà essere protetto da tubo in PVC serie pesante di adeguato diametro. In particolare questa prescrizione di sicurezza vale per realizzare l'uscita dal pozzetto al quadro elettrico generale.

Alla rete generale di terra saranno connessi direttamente o tramite sbarre di terra dei quadri, i conduttori di protezione dei cavi di alimentazione delle singole utenze e che saranno pertanto contabilizzati assieme a questi. Alla stessa rete saranno connessi anche i ferri delle armature delle fondazioni, le maglie equipotenziali in corda di rame nudo posate nel sottofondo dei pavimenti della cabina ricevitrice e di trasformazione, i serramenti metallici delle cabine e centrali termiche ed eventuali strutture metalliche.

Gli impianti di messa a terra dovranno essere costruiti in conformità delle norme CEI ed a tutte le prescrizioni legislative in vigore all'atto dell'esecuzione e del collaudo degli impianti.

Per comodità di consultazione si riporta qui di seguito un elenco dei decreti, delle circolari e delle norme che trattano l'argomento, con l'avvertenza che l'elenco stesso non deve intendersi in senso limitativo potendo essere integrato in qualsiasi momento con altre norme.

- D.P.R. n°547 del 27 aprile 1955
- D.P.R. n°689 del 26 maggio 1959
- D.M. del 12 settembre 1959
- D.M. del 22 dicembre 1958
- D.M. del 22 febbraio 1965
- D.M. del 13 luglio 1965
- Circolare n°551 del 5 luglio 1960
- Norme CEI 11-1
- Norme CEI 11-11
- Norme CEI 64-8.

I valori della resistenza di terra devono essere ricavati dalle relazioni riportate dalle norme CEI per i diversi tipi di utenza. I dispersori di terra devono essere della forma e del materiale idoneo alla natura del terreno e devono offrire le migliori garanzie dal punto di vista della resistenza nel

tempo contro l'aggressione dovuta all'umidità od a eventuali azioni chimiche. Essi non devono essere sottoposti a sforzi meccanici e devono essere disposti in modo da ottenere resistenze di terra e tensioni di passo e contatto inferiori ai limiti ammessi dalle norme. Le giunzioni tra le varie parti di un dispersore e tra un dispersore ed il conduttore di terra devono essere tali da sopportare gli sforzi meccanici dovuti ad eventuali assestamenti del terreno e devono essere realizzate come indicato dalle norme CEI. I conduttori di terra devono essere di materiale di adeguata conducibilità e resistenza meccanica idonea all'ambiente di installazione. La loro sezione deve essere conforme alle prescrizioni dettate dalle norme.

Risultati di calcolo impianto di terra:

Tutte le masse degli apparecchi utilizzatori (escluse quelle in classe II), saranno collegate a terra; verranno pure collegate a terra le masse metalliche estranee all'impianto elettrico, che possono generare potenziali pericolosi, come tubazioni dell'acqua e del gas, ecc.

Gli elementi dell'impianto di terra sono costituiti:

- Da dispersori (DA) formati dai plinti di fondazione e dal conduttore di terra in corda in rame nudo da 35 mm².
- Dal collettore principale di terra (MT), costituito da una barra in rame stagnato, ispezionabile, completa di morsetti di connessione per i collegamenti all'impianto di terra.
- Dai conduttori principali di protezione (PE), che avranno sezione pari a quella del conduttore di fase, vedere tabella seguente:

Sezione del conduttore di fase dell'impianto S (mm ²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S _{PE} (mm ²)
S ≤ 16	S _{PE} = S*
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S _{PE} = S/2

* La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm² se è prevista protezione meccanica
- 4 mm² se non è prevista protezione meccanica.

Dai conduttori equipotenziali (EQP) ed equipotenziali supplementari dei bagni (EQS), in corda di rame isolato, sezione minima come da tabella seguente:

Conduttori PE sezione mm ²	Conduttori EQP sezione mm ²	Conduttori EQS (bagni) sezione mm ²
≤ 10	6	2,5 se intubato, 4 se non intubato
= 16	10	
= 25	16	
> 25	25	

Il valore approssimato della resistenza di terra si ricava in base alla norma CEI 64-12, la quale definisce il valore della resistenza di terra a seconda del tipo di dispersore e della resistività del terreno:

Tipo di dispersore	Formula della resistenza di terra *	Note
Verticale	ρ_m/L	L = lunghezza del dispersore
Orizzontale	$2 \times \rho_m/L$	L = lunghezza del dispersore
Sistema di elementi magliati	$\rho_m/4 \times r$	r = raggio del cerchio che circonda la maglia

$$\rho_m = \text{resistenza media del terreno } (\Omega \times m)$$

Mentre per quanto riguarda la resistività media del terreno vale la seguente tabella:

Terreno	Resistività ($\Omega \times m$)
Argilloso	8
Vegetale	25
Sabbioso	130
Ghiaioso	350

Nel nostro caso si hanno i seguenti dati:

Dispersore tipo: Orizzontale + Verticale

Terreno tipo: Vegetale

Resistività: 50 [$\Omega \times m$]

Numero di elementi verticali: 4

Interdistanza tra elementi verticali 10 [m]

Lunghezza verticale: 1,5 [m]

Lunghezza orizzontale: 30 [m]

Resistenza stimata: R_p parallelo R_g : $p_m/L/2 \times p_m/L$ [Ω]

Calcolo resistenza dispersore orizzontale

La resistenza del dispersore orizzontale R_g può essere calcolata ediante formula di Sverak:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_c} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{20/A}} \right) \right]$$

In cui

- p_m è la resistività del terreno [$\Omega \times m$]
- L_c lunghezza del dispersore [m]
- A area totale da proteggere [cm^2]
- H profondità media di interrimento del dispersore [m]

Dove utilizzando la formula semplificata si ottiene:

$$R_g = 2p_m \times L / 35 = (2 \times 50 / 35) = 2,86 \text{ } [\Omega]$$

Calcolo resistenza dispersore verticale

La resistenza del dispersore orizzontale R_g può essere calcolata ediante formula di Sverak:

$$R_p = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln \frac{4 \cdot L}{a} - 1 \right)$$

In cui

- p è la resistività del terreno [$\Omega \times m$]
- L lunghezza del dispersore verticale [m]
- A diametro della sezione del dispersore verticale [m]

Dove utilizzando la formula semplificata si ottiene:

$$R_p = p \times L = (50 / 1,5) = 33,33 \text{ } [\Omega]$$

Determinazione della resistenza totale di terra

Il parallelo fra il dispersore verticale e quello orizzontale viene considerato introducendo una mutua influenza che ne limita l'efficacia complessiva. Il valore R_E della resistenza di terra risulta quindi:

$$R_E = 1,2 \times (R_g \times R_p) / (R_g + R_p) = 2,64 \text{ } \Omega$$

Il valore rientra in quello minimo consentito dalla norma.

N.B.: I risultati ottenuti andranno validati con opportune misure di terra durante le fasi di installazione dell'impianto.

H. Collaudi e documentazione

Definizione delle procedure

L'Appaltatore dovrà consegnare, un mese prima dell'inizio delle operazioni di verifica, le procedure per le prove di accettazione in fabbrica e per le prove di accettazione in opera; esse consentiranno di verificare in modo esauriente la rispondenza del sistema alle prestazioni ed ai requisiti operativi indicati nei documenti contrattuali.

Collaudi in fabbrica

L'Appaltatore eseguirà, alla presenza di rappresentanti della Stazione Appaltante, le prove di accettazione in fabbrica sulla base delle procedure indicate in precedenza. Le prove avranno come obiettivo primario la verifica delle funzioni del sistema secondo quanto specificato nei documenti contrattuali ed in particolare nella Relazione Tecnica. Nello specifico dovranno essere eseguite le prove funzionali su ciascun circuito di comando completo di tutte le sue parti, mediante simulazione degli organi comandati, secondo quanto nel seguito descritto.

Le prove delle logiche implementate dovranno essere eseguite con simulazione di tutti gli ingressi al sistema a mezzo interruttori e verifica di tutte le uscite a mezzo lampade o led. Interruttori e lampade in numero sufficiente dovranno essere sistemati su apposita consolle, e disposti in modo tale da facilitare le prove e ridurre al minimo i tempi di esecuzione. La prova di simulazione di ciascuna logica dovrà avvenire con tutte le apparecchiature inserite o collegate (schede relè, etc.). Dovrà essere prevista la prova della unità di acquisizione dati con le modalità descritte al punto precedente. L'estensione e la varietà dei programmi e le modalità di test dovranno essere scelti e indicati dall'Appaltatore, eventualmente con più alternative, sulla base di sue valutazioni, inerenti le possibilità di errori che si intendono rilevare ed i tempi delle corrispondenti operazioni manuali. Tali modalità raccolte nelle "Specifiche di Prova" saranno consegnate al Direttore dei Lavori un mese prima dell'inizio delle stesse e da questo approvate. Ad esito favorevole delle prove in fabbrica il Direttore dei Lavori, darà l'autorizzazione alla spedizione ed all'installazione delle apparecchiature di elaborazione.

Collaudo del sistema in opera

Consisterà in una serie di prove al fine di verificare il corretto funzionamento del sistema utilizzando i supporti trasmissivi e la configurazione completa del sistema stesso collegato con l'impianto controllato. Tali prove tenderanno essenzialmente a verificare la rispondenza del sistema alle funzioni richieste dalle specifiche, ripetendo fin dove necessario e possibile, i collaudi già effettuati in Fabbrica. L'Appaltatore dovrà eseguire, a montaggio ultimato e dopo l'esecuzione dei collegamenti con l'impianto stesso, tutte quelle prove che, in aggiunta a quelle precedentemente descritte, risultino necessarie per verificare il corretto funzionamento delle apparecchiature fornite. In particolare verranno simulati disturbi o guasti o qualsiasi altra condizione anomala, per verificare l'efficienza delle protezioni previste onde evitare comandi intempestivi. I dati più importanti gestiti dal sistema saranno verificati uno ad uno, per essere certi che siano correlati in modo corretto alle funzioni del sistema.

L'Appaltatore dovrà consegnare una dettagliata documentazione di accettazione per dimostrare il

soddisfaccimento delle specifiche. Questa documentazione dovrà essere presentata almeno sessanta (60) giorni prima dell'ultimazione lavori. Dovranno comunque essere previste sia per il collaudo in fabbrica che in opera tutte quelle prove che permettono di verificare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei materiali quali:

- realizzazione a regola d'arte delle apparecchiature sia dal punto di vista meccanico che elettrico (ad esempio verniciatura, saldatura, stato di finitura, continuità dei circuiti, sicurezza delle connessioni, percorso cavi, etichettature etc).
- corrispondenza delle posizioni di ordine con il materiale fornito e verifica che lo stesso sia collegato nel sistema secondo la configurazione di progetto.

Documentazione da fornire

L'appaltatore dovrà fornire la documentazione di seguito riportata:

- a) Manuali di uso originali di tutti i singoli componenti del sistema forniti dai vari Costruttori.
- b) Schemi di interconnessione delle varie apparecchiature e delle morsettiere di ingresso delle unità di raccolta dati.
- c) Manuale di conduzione del sistema. Tale manuale dovrà comprendere tutte le istruzioni necessarie per l'esercizio, con particolare riferimento alle procedure interattive UOMO/MACCHINA, alle pagine di visualizzazione del video, alle modalità d'uso della tastiera e delle altre apparecchiature, ecc.
- d) Manuale di manutenzione. Tale manuale dovrà comprendere tutte le istruzioni relative alla ordinaria manutenzione, necessaria a conservare in perfetta efficienza ogni componente del sistema e quelle relative agli interventi straordinari con particolare cura alle modalità di ricerca guasti.
- e) Manuali di istruzione del personale. Dovrà essere preparata una raccolta di documenti necessari agli operatori durante la partecipazione ai corsi di istruzione. Tale raccolta nel numero di una copia per partecipante ai corsi dovrà essere consegnata all'inizio dei corsi stessi.
- f) Dischetti e/o Compact disk originali forniti con il software di base dal produttore dello stesso
- g) Dischetti e CD con il software sviluppato dall'Appaltatore, corredato da licenza d'uso.
- h) La documentazione e le certificazioni richieste dalle normative in vigore al momento della esecuzione dei lavori.
- i) As-built dell'intero progetto costruttivo nei tempi appresso specificati.

I documenti alle voci a), b), c), d) ed e) dovranno essere consegnati all'Ente Appaltante entro la data di fine lavori. I documenti di cui alle voci f), g), h), dovranno essere consegnati entro la data di collaudo provvisorio. I documenti di cui alla voce i) precedente dovranno essere consegnati entro la data del collaudo definitivo.

Tutta la documentazione di cui sopra dovrà essere fornita in almeno 3 esemplari (dischetti esclusi).

Istruzione del personale della stazione appaltante

Compreso negli oneri a carico della impresa appaltatrice sarà l'espletamento di attività finalizzate all'addestramento del personale allo scopo indicato dalla stazione appaltante. La società Committente designerà allo scopo il personale che dovrà essere addestrato, scelta tra le diverse professionalità ed incarichi. I corsi saranno finalizzati al raggiungimento di obiettivi diversi a seconda del personale a cui saranno rivolti. In particolare saranno addestrate all'uso del sistema per le esigenze operative che ne contraddistinguono la funzione almeno tre persone incaricate della gestione dell'impianto. Saranno inoltre addestrati uno o due tecnici a cui, oltre ad illustrare le funzioni operative del sistema, verranno impartiti anche gli insegnamenti necessari per metterli in

grado di svolgere le più frequenti operazioni di manutenzione del sistema e attività di personalizzazione del pacchetto necessarie in caso di successive modifiche conseguenti a evoluzioni dell'impianto nel tempo.

Si allegano tavole grafiche impianti elettrici.

2. IMPIANTO TELECONTROLLO

2.1 GENERALITÀ

Il sistema è costituito da stazioni remote che si vanno ad interfacciare con la stazioni di ricezione segnali installata, per gli impianti oggetto di intervento, nel locale tecnico.

L'adozione del sistema di controllo porterà vantaggi sia di tipo organizzativo che qualitativo, con i conseguenti riscontri in termini economici, di affidabilità e di sicurezza nella conduzione dell'impianto.

Sistema di automazione e controllo

La stazione operatore si interfaccia attraverso dispositivi di misura e attuatori utilizzando opportune pagine grafiche, le informazioni utili alla conduzione dell'impianto e le segnalazioni di warning o allarme.

La stazione operatore mantiene aggiornato in tempo reale un database relativo agli allarmi e agli eventi e mantiene la registrazione (in database) del "libro giornale" di impianto.

Elaborazioni locali sui dati acquisiti, visualizzazione di dati storici, visualizzazione e riconoscimento degli allarmi ed eventi sono le funzioni di base fornite.

Una rete di cavi di segnale "profibus" per comunicazione monomaster multi slave, permette la riduzione del cablaggio richiesto tra i nodi, consentendo di connettere un master "PLC" agli attuatori o sensori remoti.

I dati vengono veicolati nella rete che connette tra loro i nodi del sistema distribuito e il sistema che ha il compito di centralizzare le informazioni, renderle disponibili alle stazioni operatore ed effettuare l'archiviazione storica e la reportistica di funzionamento.

Il sistema permette la supervisione dell'intero impianto di depurazione.

In particolare il sistema consente:

- Mediante sensori di livello nelle stazioni di sollevamento, la verifica di un corretto funzionamento delle pompe installate;
- la rilevazione in tempo reale del corretto funzionamento delle apparecchiature;
- l'acquisizione dati in riferimento alle portate in ingresso e uscita con misuratori di portata;
- l'invio di eventuali segnali di allarme e/o mal funzionamento delle apparecchiature installate;
- la fornitura sarà corredata da software dedicato per il controllo dell'impianto.

I benefici nella gestione dell'impianto

Beneficio primario apportato dall'adozione del sistema di automazione e controllo è quello di rendere più semplice e completa la sorveglianza dell'impianto e di incrementare la velocità di intervento in caso di necessità.

La quantità delle operazioni manuali affidate agli operatori, a seguito dell'inserimento dell'automatismo è decisamente ridotta, nello stesso tempo è stata ottenuta una gestione più precisa dell'impianto, in quanto ottimizzata e schedulata dalle funzioni batch del sistema.

2.2 SISTEMA DI TELECONTROLLO (PLC LOGO!8 DELLA SIEMENS)

Il sistema sarà caratterizzato da PLC installato in corrispondenza del quadro generale.

Il sistema proposto consentirà il controllo in tempo reale di tutte le apparecchiature in campo, attraverso l'acquisizione di segnali che consentono:

- La rilevazione in tempo reale del corretto funzionamento delle apparecchiature elettromeccaniche;

- l'acquisizione dati in riferimento alle portate in ingresso e uscita con misuratori di portata;
- l'invio di eventuali segnali di allarme e/o mal funzionamento delle apparecchiature installate.

Il sistema consentirà di monitorare in tempo reale il funzionamento delle apparecchiature installate, oltre che dei dispositivi di misura, garantendo una ottimizzazione delle attività di manutenzione dell'intero impianto.

Il sistema consentirà, in caso di malfunzionamenti, la comunicazione diretta, mediante SMS, a distanza con segnale GSM ad operatori indicati dal gestore.

La fornitura sarà corredata da software dedicato per il controllo e gestione dell'impianto.

In breve si elencano le componenti del sistema:

- Display di testo: Display di testo, con retro illuminazione a LED, a 6 linee, 20 caratteri per linea, 3 colori di sfondo, 2 porte ethernet e accessori di montaggio. Tipo di tensione AC/DC con valore nominale (DC) 12 V DC 12/24 V AC 24V. Potenza dissipata, tip. 1,8 W con DC 24 V. Grado di protezione e classe di sicurezza IP65. Dimensioni 128,2(Larg.)x86(h)x38,7(prof.)x38,7(prof. inst.). Peso 220g.
- Moduli logici senza display: Modulo logico con tensione di alimentazione 12/24 DC/relè, 8 IN (ingressi digitali) di cui 4 IN utilizzabili come ingressi analogici, 4 OUT (uscite digitali), memoria da 400 blocchi espandibile modularmente, ethernet, web server integrato con pagine web personalizzabili, datalogger, memorycard SD. Tensioni di alimentazione DC12/24 campo consentito 10,80 ÷ 28,80 V. Potere di interruzione dei contatti con carico induttivo max 3 A e ohmico max 10 A. Grado di protezione secondo EN 60525 IP20. Marchio CE e omologazione CSA, UL FM.
- Moduli di espansione digitali 8 IN/OUT: Modulo di espansione con alimentazione in ingresso 24 V DC, uscite relè, 8 IN (ingressi digitali) e 8 OUT (uscite digitali) per LOGO!8.
- Moduli di espansione digitali 4 IN/OUT: Modulo di espansione con alimentazione in ingresso 24 V DC, uscite relè, 4 IN (ingressi digitali) e 4 OUT (uscite digitali) per LOGO!8.
- Moduli di espansione analogici 2 IN: Modulo di espansione con tensione di alimentazione 12/24 V DC, 2 IN (ingressi analogici) per LOGO!8.
- Moduli di espansione analogici 2 OUT: Modulo di espansione con tensione di alimentazione 24 V DC, 2 IOUT (uscite analogiche), 0-10V, 0/4-20mA per LOGO!8.
- Moduli di comunicazione: Modulo di comunicazione per la connessione alla rete GSM/GPRS, porta RJ45 ethernet per connessione LOGO! OBA8 all'ethernet industriale, 2 IN (ingressi digitali) e 2 OUT (uscite digitali), accesso in lettura/scrittura alle variabili LOGO!, invio e ricezione di SMS, posizione GSM, tempo di sincronizzazione/routing in tempo reale, configurazione/diagnostica per interfaccia Web.
- Antenna GPS con amplificatore integrato, 0,3 m linea di collegamento con connettore femmina N, grado di protezione IP67. Montaggio con magnete o fissaggio con viti.
- Linea di collegamento flessibile, connessione-N maschio/maschio.
- Linea di collegamento flessibile connessione N/maschio SMA/maschio.
- Alimentatore logo power: Regolatore di corrente, ingresso 100.....240 V AC, 1 fase, uscita 24 V DC/2,5 A e/o 24 V DC/4 A, grado di protezione IP20.
- Moduli di commutazione, tensione di alimentazione 24 V DC: 20A e motori fino a 4 kW, 3 x NO + 1 x NC, grado di protezione IP20.
- Moduli di commutazione, tensione di alimentazione 230 V DC, capacità di carico 20 A e motori fino a 4 kW, 3 x NO + 1 x NC, grado di protezione IP20.

- Software di programmazione.
- Combinatore telefonico.

Si allegano tavola grafica impianto di telecontrollo.