

COMUNE DI FIRENZE		
PIANO DI RECUPERO EX AREA FIAT NOVOLI - FIRENZE		
CENTRO CULTURALE ALL'INTERNO DEL COMPLESSO SAN DONATO, NOVOLI PROGETTO DEFINITIVO		
PROPRIETA'		
Sandonato S.r.l. Gruppo Immobiliare Novoli Via G. Saviane n°6 50127 Firenze Tel +39 055 4376631 fax +39 055 4369299		
R.U.P.		
Ing. Luigi Stefano Carosella Via G. Saviane n°6 50127 Firenze Tel +39 055 4376631 fax +39 055 4369299 gino.carosella@novoli.com		
PROGETTO DEFINITIVO ARCHITETTONICO		
Arch. Stefano Pratellesi Via G. Saviane n°6 50127 Firenze Tel +39 055 4376631 fax +39 055 4369299 stefano.pratellesi@novoli.com		
PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTI		
Ing. Benedetta Giachi Via G. Saviane n°6 50127 Firenze Tel +39 055 4376631 fax +39 055 4369299 benedetta.giachi@novoli.com		
01	AGGIORNAMENTO INTESTAZIONE	19/10/2018
00	EMISSIONE	03/09/2018
REV	DESCRIZIONE REVISIONI E RIFERIMENTI AD EVENTUALI DOCUMENTI SOSTITUITI	DATA
DISEGNO		SCALA
CAPITOLATO TECNICO IMPIANTI ELETTRICI		CAP IE
File		

INDICE

DESCRIZIONE DEI LAVORI E LIMITI FORNITURA	4
NORME DI GESTIONE DELL'APPALTO PER LE OPERE IMPIANTISTICHE	11
CONDIZIONI TECNICHE, NORMATIVA, PRESCRIZIONI.....	13
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	16
DESCRIZIONE DEI MATERIALI E SPECIFICHE TECNICHE.....	17
QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE	17
APPARECCHIATURE DI MANOVRA B.T.	25
LINEE D'ALIMENTAZIONE IN CAVO IN BASSA TENSIONE.....	28
PROTEZIONI MECCANICHE E MODALITA'DI POSA	35
COMANDI (INTERRUTTORI,DEVIATORI, PULSANTI E SIMILI) E PRESE A SPINA	45
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	47
PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE	53
SISTEMA DI GESTIONE BMS (Building Management System)	54
IMPIANTO FOTOVOLTAICO	56
MODULO FOTOVOLTAICO.....	60
MATERIALI DI RISPETTO.....	61
ASSISTENZE MURARIE.....	61

DESCRIZIONE DEI LAVORI E LIMITI FORNITURA

Le opere da realizzarsi descritte nel presente documento, sono riferite all'allestimento della Unità denominata UMI F – Spazio Polivalente locata al piano primo e secondo nel Centro S.Donato, sito in Via della Forlanini, 1 – Firenze (FI) che riguarderanno una superficie lorda complessiva in pianta di circa 1360 mq replicata su due livelli, per una altezza complessiva di circa 10m. Una porzione della suddetta unità immobiliare (definita come loggia), sarà interessata da un doppio volume con superficie in pianta di circa 700mq.

Riepilogando, l'unità, sarà così suddivisa,

Zona n.1 (piano 1) che comprenderà:

- Doppio Volume, avente superficie in pianta di circa 700mq e altezza di circa 10m
- Aule, Servizi ed Uffici piano primo, avente superficie in pianta di circa 660 mq ed altezza di circa 4m

Zona n.2 (piano 2) che comprenderà:

- Zone polivalenti, Servizi ed Uffici piano secondo, avente superficie in pianta di circa 660 mq ed altezza di circa 6m

La suddetta suddivisione dovrà essere presa come base per ogni impostazione funzionale di tipo impiantistico, mantenendo la separazione tra le varie tipologie di installazione.

Le opere in appalto prevedono per ogni Zona:

- Quadro Elettrico Contatore e cavo di alimentazione principale fino al quadro Generale
- Quadro Elettrico Generale e Sottoquadri di Zona.
- Impianto di distribuzione FM
- Impianto trasmissione dati e fonia
- Impianto di illuminazione normale e sicurezza di base
- Fornitura e posa corpi illuminanti
- Alimentazioni utenze meccaniche
- Impianto rilevazione incendi e segnalazione allarme
- Impianto fotovoltaico ai sensi Dlgs 28/11
- Predisposizioni impianto diffusione sonora
- Predisposizioni impianto tvcc

In generale tutte le opere impiantistiche nel seguito descritte sono da considerarsi incluse di opere ed assistenze murarie e di tutte le opere accessorie quali supporti, ancoraggi atte alla loro realizzazione a regola d'arte e nel rispetto delle normative vigenti.

L'impianto Elettrico ed il sistema di trasferimento dati sarà conforme a quanto prescritto al punto 2.3.5.4 del Decreto 11 Ottobre 2017 relativo all'Inquinamento Elettromagnetico Indoor.

IMPIANTO PRINCIPALE DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L'alimentazione dell' unità commerciale avverrà in bassa tensione tramite un sistema di distribuzione TT trifase con neutro a tensione 400/230V. La fornitura avverrà dal quadro contatore di bassa tensione situato all'interno della cabina di trasformazione preposta.

La potenza complessiva di proporzionamento, che dovrà prevedere il rispetto di suddivisione delle due zone con impianti indipendenti, è la seguente:

Zona n.1: 100 kW 400V.

Zona n.2 : 100kW 400V.

Il sistema elettrico è pertanto definibile quale TT a tensione d'esercizio 400V-50Hz.

Il potere di interruzione dell' interruttore di alimentazione sarà di 15kA sul quadro contatore (non oggetto di appalto) e di 10kA sui quadri elettrici derivati a prescindere dal reale potere di interruzione dichiarato dal Fornitore dell'Energia elettrica, come specificato nella Norma CEI 0-21.

Essendo gli impianti in oggetto di I categoria (secondo classificazione Norma CEI 64-8 art. 22.1) senza propria cabina di trasformazione, in base all'art. 413.1.4 della norma sopra citata, dovrà essere attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per i sistemi TT.

L'impianto TT (CEI 64-8/3 art.312.2) è definito nel seguente modo:

T Collegamento diretto a terra di un punto del sistema (nel nostro caso il neutro)

T Collegamento delle masse direttamente a terra

Nel rispetto di quanto sopra enunciato è stato previsto un conduttore di protezione collegato all'impianto di terra indipendente esistente.

Per la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere verificata la seguente condizione

$R_a \leq 50/I_a$ dove

R_a = è la somma delle resistenze, in ohm, del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse

$I_a = I_{dn}$ = valore, in ampere, delle correnti d'intervento del dispositivo di protezione, entro 1", sui circuiti di distribuzione o degli interruttori differenziali tipo sui circuiti terminali.

In pratica per soddisfare la condizione sopracitata dovranno essere utilizzati interruttori differenziali nel seguente modo:

-
- 1) Protezione differenziale con $I_{dn}=1A$ a regolazione del ritardo di intervento ($\leq 1''$) per gli interruttori generali installati in prossimità del punto di fornitura (quadro contatore)
 - 2) Protezione differenziale con $I_{dn}= 0,030A$ per tutti i circuiti prese in partenza dai quadri generali e/o dai quadri derivati (questa protezione è definita anche dalla norma 64-8 come protezione aggiuntiva per i contatti diretti)
 - 3) Protezione differenziale con $I_{dn}\leq 0,030A$ per tutti i circuiti di illuminazione in partenza dai quadri generali e/o dai quadri derivati.
 - 4) Protezione differenziale con $I_{dn}=0,300A$ per tutti i circuiti di alimentazione di apparecchiature e macchinari fissi (tipo quadro/quadro).
 - 5) Doppio isolamento per il tratto di linea dal contatore ai morsetti dell'interruttore generale.

Il collegamento tra la cabina e l'unità è effettuato tramite polifore interrate esistenti che arrivano in prossimità del quadro generale.

Dovranno essere posate nuove linee elettriche per l'alimentazione dell'unità che hanno origine dal contatore (nel locale letture della cabina di trasformazione) fino al quadro generale in cavo tipo FG16OM16 o F17 – Classe Cca – S1b,S1,a1 di sezione come indicato negli elaborati di progetto.

La distribuzione elettrica principale esterna all'unità dal contatore all'interno dell'unità avverrà per mezzo di canalette elettriche metalliche chiuse. La distribuzione interna all'unità avverrà in canalette a filo in acciaio poste sopra il controsoffitto o a filo del solaio di copertura come indicato nelle tavole di progetto. Per tutta la distribuzione saranno utilizzate canalette in modo da separare gli impianti forza motrice e illuminazione dagli impianti speciali (dati, antintrusione, TVCC, diffusione sonora, controllo accessi, ove presenti).

Dalle canalette verranno effettuati gli stacchi in tubazione PVC flessibile e/o tubazioni TAZ, a discrezione della proprietà e della D.L., in base alle caratteristiche estetiche e/o qualitative necessarie, per l'alimentazione delle singole utenze.

IMPIANTO ILLUMINAZIONE

Dal quadro elettrico generale si dipartiranno le varie linee elettriche che verranno posate all'interno delle canalizzazioni di distribuzione. Ove presente il controsoffitto, questo dovrà essere ispezionabile o in alternativa munito di un adeguato numero di aperture tali da permettere l'accesso alle varie scatole di derivazione e la posa di eventuali nuove linee all'interno della canalizzazione.

Dovrà essere realizzato l'impianto di illuminazione di tutti gli ambienti che costituiscono l'unità immobiliare oggetto di intervento, incluso servizi, magazzini e locali accessori. Gli apparecchi saranno tutti con tecnologia LED gestibili con protocollo DALI.

In particolare i corpi illuminanti di nuova posa che verranno utilizzati sono:

- Loggia : Proiettori LED tipo industriale a sospensione; Plafoniere LED
- Aule: Plafoniere LED per applicazione specifica
- Uffici: Pannelli LED per applicazione specifica
- Sale Polivalenti: Plafoniere LED
- Depositi e Servizi: Plafoniere LED
-

Nella Zona 1 e Nella Zona 2 l'azionamento dei circuiti di illuminazione ordinaria sarà gestito tramite pulsanti che agiscono sulle varie accensioni, come indicato nelle tavole di progetto. Il sistema dovrà essere predisposto per poter essere integrato con sistemi di gestione centralizzata con protocollo DALI.

Per l'illuminazione di emergenza saranno utilizzate apposite plafoniere LED equipaggiate con kit emergenza. L'illuminamento sarà sufficiente a produrre 5 lux in prossimità delle uscite e 2 lux nelle restanti zone.

Nel caso di interruzione dell'energia elettrica di rete, l'accensione delle lampade sarà immediata ed assicurerà un'autonomia di almeno 1,5 ore con ricarica completa delle batterie in meno di 12 ore.

Le lampade saranno disposte come segue :

- presso ogni uscita di sicurezza;
- lungo i percorsi che conducono alle uscite di sicurezza.

In corrispondenza delle vie di fuga saranno presenti idonee lampade a led dotate di pittogramma indicanti la via di fuga.

L'illuminamento di emergenza sarà tale da guidare il personale e gli occupanti all'esterno in zona sicura.

La posizione e la quantità indicativa dei corpi illuminanti di emergenza sono rappresentati nelle tavole di progetto.

Nel presente disciplinare vengono indicati in specifico paragrafo i livelli di illuminamento minimo per la illuminazione ordinaria, necessari per ogni ambiente.

IMPIANTO FORZA MOTRICE

Dai rispettivi quadri delle Zone 1 e 2, partiranno le varie linee elettriche, che verranno posate all'interno delle canalizzazioni di distribuzione principale e da queste verranno effettuati gli stacchi in tubazione PVC o tubo TAZ per l'alimentazione delle singole utenze.

Nella zona postazioni ufficio, come rappresentato negli schemi di progetto, saranno installati gruppi prese composti da:

- schuko 10/16 A + bipasso 10/16 A
- prese trasmissione dati/telefoniche in cat 6
- connessioni elettriche/dati per apparecchiature di gestione e regolazione apparecchiature in campo (reception)

Nelle Aule, nelle Stanze Polivalenti, nella Loggia, come rappresentato negli schemi di progetto, saranno installati gruppi prese composti da:

- schuko 10/16 A + bipasso 10/16 A
- prese trasmissione dati/telefoniche in cat 6

Nella Loggia, nella Aula Multimediale e nella Sala Polivalente dovranno essere previste, ad una adeguata altezza, blocchi prese per l'installazione di schermi audiovisivi, come rappresentato negli schemi di progetto.

Nei vari ambienti saranno presenti anche delle prese di servizio composte prese schuko 10/16A.

L'impianto meccanico per ogni zona, sarà composto da unità in pompa di calore e sonda ambiente oltre a recuperatore di calore dovrà essere alimentato dal quadro di distribuzione con una linea dedicata per ciascuna utenza.

Oltre alla linea di alimentazione, gli impianti elettrici a corredo degli impianti meccanici dovranno prevedere il collegamento di ogni pannello di controllo e della sonda di temperatura.

IMPIANTO RILEVAZIONE FUMI

L'impianto sarà composto dalle condutture e dai cavi elettrici che avranno origine dalla centrale rivelazione del tipo convenzionale e termineranno ai vari rilevatori, pulsanti, avvisatori acustici, ecc.; nell'impianto si intendono incluse, i rilevatori di fumo, i pulsanti antincendio, gli avvisatori acustici ed ottici, e quant'altro necessario a dare l'opera finita a regola d'arte e funzionante.

Per la presenza di zone riscalate di controsoffitto la copertura di rivelazione avverrà sia in ambiente che nello spazio sopra il controsoffitto.

La distribuzione avverrà per mezzo di loop che partiranno dalla centrale, ognuno dei quali sarà in grado di gestire fino a 128 indirizzi siano essi rivelatori automatici che manuali. L'impianto dovrà essere suddiviso in almeno 4 loop in modo da separare le varie zone per dare la possibilità di individuare in quale di queste si è verificato un eventuale incendio. I loop dovranno essere suddivisi nel seguente modo: 1 loop per la rivelazione della zona sopra il controsoffitto, 1 loop per la rivelazione della zona sotto il controsoffitto e 1 loop per i pulsanti manuali, 1 loop per i rilevatori da canale.

In base alle specifiche impartite dal Centro la centrale potrà essere integrata nel sistema generale di controllo e supervisione di proprietà del Centro per mezzo di un interfaccia in modo da permettere il monitoraggio dalla postazione remota della sala di telecontrollo.

I cavi utilizzati nel sistema di rivelazione incendio saranno del tipo resistenti al fuoco per almeno 30 minuti, a bassa emissione di fumi e zero alogeni o comunque protetti per tale periodo secondo la norma UNI 9795 gennaio 2010.

I pulsanti di segnalazione manuale d'incendio saranno installati ad un'altezza da terra compresa tra 1 metro e 1,6 metri e in corrispondenza di questi sarà posto un cartello UNI 7546-16.

La segnalazione di allarme sarà realizzata mediante la posa di targhe ottico acustiche posate in modo da far sì che il segnale di pericolo sia udibile in ogni parte del fabbricato. La pressione acustica percepita dagli occupanti i locali deve essere compresa tra 65dBA e 120dBA.

Nei canali di immissione e di ripresa dell'aria di ogni macchina dovranno essere posti dei rivelatori di fumo del tipo ad aspirazione se la portata d'aria dei canali è maggiore di 3500 m³/h.

IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA (PREDISPOSIZIONE):

L'impianto diffusione sonora dovrà essere soltanto predisposto con la posa dei cavi.

La predisposizione dovrà consentire l'installazione di diffusori ad incasso nelle zone ove è presente il controsoffitto, e diffusori da esterno nelle zone prive di controsoffitto. I cavi dovranno convergere nei punti ove prevista l'installazione delle sorgenti sonore e punti di controllo posizionati come indicato nelle tavole di progetto.

Eventuali diffusori e i relativi accessori dovranno essere definiti con la Committenza.

Le predisposizioni per gli allacciamenti elettrici, oltre alla posa dei cavi, sarà comprensiva di tubazioni e cassette di derivazione.

IMPIANTO TRASMISSIONE DATI:

L'impianto Trasmissione dati, per ognuna delle due Zone in cui è suddiviso l'immobile, sarà composto da un armadio rack, compresi, inoltre, patch panels; cavo in rame; patch cord.

Tutti i dispositivi e i relativi accessori interni al rack dovranno essere definiti con la committenza.

Il sistema prevederà punti presa telefonici e dati per plug RJ11 o RJ45 complete di placche e di frutti elettrici secondo quanto riportato nelle tavole di progetto e nel rispetto delle prescrizioni tecniche applicabili. I punti presa e dati saranno collegati al rack in cavo FTP categoria 6.

Dovranno quindi essere effettuati tutti gli allacciamenti elettrici in modo da dare l'opera finita a regola d'arte e funzionante.

L'impianto prevederà inoltre, per ogni zona, un sistema wi-fi composto da router e access point, così come indicato negli schemi di progetto.

Impianto tvcc (predisposizione):

L'impianto tvcc dovrà essere soltanto predisposto con la posa dei cavi e la loro attestazione.

La predisposizione dovrà consentire l'installazione di telecamere con tecnologia IP.

I cavi dovranno convergere nei punti ove prevista l'installazione degli apparecchi di registrazione, come indicato nelle tavole di progetto.

Eventuali apparecchiature e i relativi accessori dovranno essere definiti con la Committenza.

Le predisposizioni per gli allacciamenti elettrici, oltre alla posa dei cavi, sarà comprensiva di tubazioni e cassette di derivazione.

I punti di allacciamento delle telecamere saranno collegati al rack in cavo FTP categoria 6.

NORME DI GESTIONE DELL'APPALTO PER LE OPERE IMPIANTISTICHE

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Tutti i materiali dovranno essere preventivamente sottoposti ad approvazione da parte della Direzione Lavori e della Committente, pertanto l'Impresa è tenuta a fornire su richiesta del Committente, campionatura dei materiali da installare.

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente disciplinare tecnico o degli altri atti contrattuali ed in accordo allo standard qualitativo indicato nella vendors list.

Si richiamano peraltro, espressamente, le norme UNI, CNR, CEI e delle altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

L'impresa farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla D.L. e della Committente.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Impresa sarà tenuta alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla D.L. dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

ULTIMAZIONE DEI LAVORI, CONSEGNA DELLE OPERE, DOCUMENTAZIONE FINALE

I lavori dovranno essere condotti in modo da rispettare le sequenze ed i tempi parziali previsti nel programma dei lavori.

Al termine dei lavori sarà redatto il verbale di verifica provvisoria dei lavori; il Committente ed il Direttore dei Lavori procederanno alla verifica provvisoria delle opere compiute, verbalizzando, in contraddittorio con l'Impresa, gli eventuali difetti di costruzione riscontrati nella prima ricognizione e fissando un giusto termine perché l'Impresa possa eliminarli.

Dalla data del verbale di verifica provvisoria l'opera si intende consegnata, fermo restando l'obbligo dell'Impresa (nei termini di cui sopra) di procedere nel termine fissato all'eliminazione dei difetti.

Resta salvo il diritto della Committente alla risoluzione del Contratto con l'impresa, nel caso in cui la verifica provvisoria evidenzia difetti dell'opera tali da renderla senz'altro inaccettabile.

Dopo che l'Impresa abbia pienamente adempiuto alle prescrizioni stabilite nel verbale di verifica provvisoria, verrà redatto, in contraddittorio e con le stesse modalità, un verbale di collaudo provvisorio.

L'opera si intende consegnata dalla data del verbale di collaudo provvisorio, restando salve le risultanze del verbale di collaudo definitivo (accettazione finale).

Qualora dalle visite e dagli accertamenti effettuati in sede di collaudo definitivo emergessero difetti di esecuzione imputabili all'Impresa e tali da rendere necessari lavori di riparazione o completamento, l'Impresa stessa è tenuta ad eseguire entro giusto termine quanto prescritto. La Committente si riserva in tal caso il diritto di rivalersi sull'Impresa sulla base delle specifiche competenze.

Competono all'Impresa gli oneri di gratuita manutenzione sino alla data del collaudo definitivo; i difetti che si rilevassero durante tale periodo e che fossero imputabili all'Impresa, dovranno essere prontamente eliminati a cura e spese dello stesso.

All'atto dell'ultimazione dei lavori l'Impresa è tenuta a presentare alla Committente la seguente documentazione:

- disegni as built (3 copie cartacee + 3 copie su cd);
- manuale di uso e manutenzione degli impianti elettrici (3 copie cartacee + copia digitale).

Si precisa che deve trattarsi di esatte documentazioni di ogni apparecchiatura con disegni, schemi ed istruzioni per messa in marcia, funzionamento, manutenzione, installazione e taratura.

Saranno allegati i depliant di tutte le macchine ed apparecchiature ed un elenco dei pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di almeno cinque anni.

Tutto ciò sarà perfettamente ordinato, per l'individuazione rapida delle apparecchiature ricercate, rilegato in fascicoli con copertina di plastica rigida divisi per ciascuna unità di vendita.

Prima dell'ultimazione dei lavori l'Impresa dovrà tempestivamente predisporre le seguenti pratiche:

- dichiarazioni di conformità D.M. 37/08 (ex46/90). (3 copie cartacee + copia digitale)

Il collaudo, anche se favorevole, non esonera l'Impresa dalle responsabilità di legge.

CONDIZIONI TECNICHE, NORMATIVA, PRESCRIZIONI

PRESCRIZIONI ACUSTICHE

Oltre a quanto già indicato nei paragrafi precedenti, a carattere generale, i livelli di rumore, prodotti dai vari componenti degli impianti tecnologici, devono risultare tali da non creare disturbo a chi opera all'interno o all'esterno degli ambienti in cui gli impianti stessi sono installati.

Per la valutazione del livello di rumore prodotto negli ambienti dagli impianti, ritenuto ammissibile, si farà riferimento alla norma UNI 8199.

Tali valori potranno essere elevati in sede di collaudo solo nel caso d'accertata maggiore rumorosità presente negli ambienti in assenza di funzionamento degli impianti realizzati.

Per quanto riguarda la valutazione del disturbo causato da impianti posti all'esterno del fabbricato, sia nei riguardi d'insediamenti limitrofi esterni che nei riguardi degli ambienti interni, saranno garantite le condizioni per il rispetto della Legge n. 447 del 26/10/95, del D.P.C.M. 14/11/97 e del D.P.C.M. 5/12/97.

L'Impresa dovrà provvedere a mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari a contenere i livelli di rumore, entro i limiti, prescritti eventualmente provvedendo anche a far eseguire rilievi di rumorosità interna ed esterna in assenza di funzionamento degli impianti realizzati, se ritenuto necessario dai suoi tecnici.

Tali misure non esonerano l'Impresa stesso dalle responsabilità collegate al rispetto di quanto sopra prescritto.

E' comunque obbligo dell'Impresa far rientrare i valori di rumorosità indotta dagli impianti entro i limiti suesposti, e ciò senza alcun onere aggiuntivo per la Committente, anche se per ottenere i risultati richiesti fossero necessari interventi di correzione acustica per gli impianti (sostituzione ventilatori o altri componenti, inserimento d'attenuatori acustici, ecc.).

In sede di collaudo i livelli di rumore in dB(A) saranno misurati secondo la metodologia stabilita dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998.

BUONE REGOLE DELL'ARTE

Gli impianti saranno eseguiti secondo il progetto esecutivo dei medesimi e con le eventuali varianti che dovessero essere successivamente concordate; l'appaltatore risponderà dell'esecuzione a norma, come previsto dal D.M. 37/08, dell'impianto stesso e della conformità alle prescrizioni del presente

capitolato, nonché dell'adozione di tutti gli accorgimenti di buona tecnica (qui intesa come regola d'arte), quali ad esempio, la corretta pendenza delle tubazioni, la formazione di giunti di dilatazione, l'applicazione di sfiati per l'aria, l'installazione di organi di intercettazione e regolazione sulle unità terminali di scambio, l'utilizzo di capicorda, la marcatura delle linee, il corretto cablaggio dei quadri elettrici, l'altezza di installazione delle prese e dei comandi, l'accessibilità degli apparecchi per la manutenzione, ecc.

CORRISPONDENZA TRA ESECUZIONE E PROGETTO

Nella realizzazione degli impianti l'Impresa dovrà seguire il progetto con le eventuali varianti approvate in sede d'aggiudicazione e in corso d'opera: l'impresa quindi, di propria iniziativa, non apporterà nessuna modifica al progetto.

Sono ovviamente escluse quelle varianti dettate da inconfutabili esigenze di cantiere e/o tecniche, esigenze non prevedibili in sede di progetto; anche per queste modifiche dovrà, comunque, essere richiesta l'approvazione scritta della D.L.

Qualora l'Impresa avesse eseguito delle modifiche senza scritta approvazione della D.L., ed a seguito di ciò la D.L. ne ordinasse la demolizione ed il rifacimento secondo progetto, la cura e le spese a ciò relative ricadranno sull'Impresa stessa.

DOCUMENTAZIONE TECNICA

Saranno forniti alla Direzione Lavori, prima dell'arrivo dei materiali (e in ogni modo in tempo sufficiente per predisporre le eventuali opere necessarie accessorie e per verificare la rispondenza delle apparecchiature alle condizioni contrattuali), tutti i disegni costruttivi degli impianti. Saranno inoltre fornite tutte le curve caratteristiche delle pompe e ventilatori con indicazione del punto di funzionamento di progetto.

A fornitura ultimata, in coincidenza con la consegna provvisoria degli impianti e quindi prima del collaudo l'appaltatore fornirà:

- a) i disegni finali di cantiere aggiornati e perfettamente corrispondenti agli impianti realizzati, con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature ed i materiali installati. Particolare cura sarà riservata al posizionamento esatto, in pianta e nelle sezioni, d'apparecchiature e materiali.
- b) tutte le norme, le istruzioni per la conduzione e la manutenzione degli impianti e delle singole apparecchiature, raccolte in una monografia.

Si precisa che deve trattarsi d'esatte documentazioni d'ogni apparecchiatura con disegni, schemi ed istruzioni per messa in marcia, funzionamento, manutenzione, installazione e taratura. Saranno allegati i depliant di tutte le macchine ed apparecchiature ed un elenco dei pezzi di ricambio, consigliati dal costruttore per un periodo di almeno due anni. Tutto ciò perfettamente ordinato, per

l'individuazione rapida delle apparecchiature ricercate. Ne saranno fornite tre copie. Ogni copia sarà costituita da un volume rilegato con copertina in pesante cartone plastificato;

c) tutti i nulla osta degli enti preposti ove previsti, il cui ottenimento sarà a carico dell'Impresa.

Si precisa inoltre che, in coincidenza con la consegna provvisoria degli impianti, la Impresa dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità degli impianti, dei materiali e dei relativi allegati, secondo quanto previsto dal D.M. 37/08.

In caso di ritardo nel fornire quanto sopra, il Committente si riserva la facoltà, una volta ultimati i lavori, di imporre all'Impresa la messa in funzione degli impianti; la Committente si potrà rivalere sull'Impresa per la totale conduzione e manutenzione, ordinaria e straordinaria, fino all'espletamento di quanto esposto ai punti di cui sopra, in altre parole, fino a quando il Committente potrà prendere in consegna gli impianti.

La garanzia annuale sui lavori decorrerà a partire dalla data della consegna ufficiale.

ORDINE DEI LAVORI

L'Impresa inizierà i lavori non appena ne sarà data consegna con regolare verbale e si obbliga ad accettare ed attenersi al cronoprogramma dei lavori predisposto, compresi gli eventuali tempi parziali di completamento delle singole fasi principali; il cronoprogramma dei lavori potrà subire modifiche secondo le disposizioni dell'Impresa e della D.L. in relazione allo svolgimento delle opere e a queste modifiche l'Impresa dovrà attenersi.

L'Impresa dovrà indicare nel caso di complessi con più impianti, il termine entro il quale s'impegna a consegnare separatamente i singoli impianti funzionanti, indipendentemente dall'attivazione del complesso.

MODALITÀ PARTICOLARI PER L'ESECUZIONE LAVORI

I prezzi di cui all'elenco s'intendono comprensivi degli oneri necessari a garantire la funzionalità dell'edifici per tutta la durata dei lavori, e dovranno essere svolti secondo il piano della sicurezza in ottemperanza al Decreto Legislativo 9 aprile 2008 , n. 81 , devono pertanto essere garantite:

- l'erogazione dell'energia elettrica;
- il mantenimento di condizioni ambientali accettabili ed in particolare l'impianto di riscaldamento dovrà essere in grado di funzionare se le condizioni climatiche lo richiedono;
- il funzionamento delle reti idriche (calda e fredda) e pertanto delle autoclavi e della produzione d'acqua calda sanitaria;

L'Impresa potrà proporre anche altri metodi che garantiscano la continuità del servizio per tutta la

durata dei lavori.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici saranno realizzati completi in ogni loro parte, con tutte le apparecchiature e tutti gli accessori prescritti dalle norme vigenti, od occorrenti per il loro perfetto funzionamento, anche se non espressamente menzionati nei successivi capitoli, in particolare nel rispetto delle seguenti norme:

L'impianto deve essere realizzato in conformità della legge 186 del 1 marzo 1968 che indica nelle norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano i criteri necessari per la realizzazione secondo buona tecnica.

In particolare occorrerà fare riferimento, in fase di collaudo, alle seguenti norme CEI ed UNEL, non escludendo il rispetto di altre pertinenti non citate:

- Norma CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori, edizione VII.
- Guida CEI 64-50 per l'edilizia residenziale
- Norma CEI EN 50522: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1kV in corrente alternata
- Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) per gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione
- Norma CEI 81-1 per la protezione delle strutture contro i fulmini
- Norma CEI 81-4 per la valutazione del rischio dovuto al fulmine
- Norma CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- Guida CEI 64-12 per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- Norma CEI 17-13 per le apparecchiature costruite in fabbrica ACF - (Quadri Elettrici).
- Norma CEI UNEL 35016
- Norma UNEL 35023-70 sulle portate dei cavi in regime permanente.
- Norma UNEL 35023-71 sulle cadute di tensione dei cavi.
- Norma UNEL 01433-72 sulle portate di corrente dei piatti di rame.

Dovranno altresì rispettate:

- Il Decreto L.vo 03 mar 2011 n°28
- Il Decreto L.vo 09 apr 2008 n°81 testo unico della sicurezza.
- Il Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008 n.37.
- Il Decreto Ministeriale 03 Agosto 2015
- D.M. 11.10.2017 – Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

-
- Le prescrizioni e le raccomandazioni degli organismi preposti ai controlli o comunque determinanti ai fini dell'installazione e dell'esercizio: ISPESL, VVFF, ASL, ecc.

DESCRIZIONE DEI MATERIALI E SPECIFICHE TECNICHE

I materiali utilizzati per la realizzazione degli impianti in oggetto dovranno essere conformi alle relative norme tecniche di prodotto e dotati di marcatura CE, nel paragrafo specifico a conclusione del presente capitolato sono indicate le marche di riferimento che definiscono lo standard qualitativo dell'appalto.

QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE

GENERALITA'

I quadri dovranno essere rispondenti alla definizione ACF (Apparecchiatura Costruita in Fabbrica) delle norme CEI e pertanto deliberato con certificazione di collaudo.

I quadri saranno progettati, costruiti e collaudati in totale rispetto delle seguenti normative:

- EN 61439-1 (CEI 17-113)

- EN 61439-2 (CEI 17-114)

riguardanti le regole generali e i quadri di potenza; dovranno inoltre adempiere alle richieste antinfortunistiche contenute nel DLgs 9/4/08 n°81 " Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro".

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di auto estinguibilità a 960_c (30/30s) in conformità alle norme IC 695.2.1 (CEI 50.11).

Nella costruzione dei quadri si dovranno considerare le diverse condizioni di servizio.

I quadri elettrici saranno installati all'interno di locali chiusi.

La frequenza nominale sarà di 50 Hz (+ - 2,5%).

Dovrà essere previsto uno spazio pari al 15% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

Le carpenterie dei quadri, facendo riferimento al loro schema elettrico, vengono computati a corpo e nel prezzo si intendono compresi anche tutti gli accessori di esecuzione e completamento quali sbarre principali, morsettiere, guide, canalette interne, distanziatori, setti di separazione, pannelli interni, ecc.

Per la quantificazione d'eventuali varianti i vari componenti di un quadro sono computati a misura: secondo il tipo e le dimensioni per quanto riguarda i contenitori, secondo il tipo e la portata di corrente per quanto riguarda gli interruttori e gli apparecchi simili.

Come già accennato, nel prezzo della carpenteria s'intendono compresi gli accessori di esecuzione e gli ausiliari elettrici di completamento e tutto quanto è necessario alla sua installazione ed al suo funzionamento, quali ad esempio:

- cavi o sbarre di collegamento;
- fusibili di protezione (eventuali);
- spie, selettori, relè ecc.;
- targhette;
- protezioni elettriche o meccaniche;
- accessori.

CARPENTERIE IN MATERIALE ISOLANTE

Queste devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all'art. 134.1.6 delle norme CEI 64-8, e in ogni modo, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C (850° C se installati in ambiente a maggior rischio in caso d'incendio).

Devono essere composti di cassette isolanti, con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente d'installazione e comunque non inferiore ad IP 30, nel qual caso il portello deve avere apertura a 180°.

Tali quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

Caratteristiche

- Costituiti da una scatola di fondo rigida, dotata di particolari appoggi in grado di aderire anche su pareti non perfettamente lisce
- parete superiore liscia per ingresso con canalina o tubo (fino Ø 32 mm) da forare in funzione delle esigenze,
- predisposta per l'alloggiamento delle morsettiere nella parte superiore e inferiore;

-
- le guide DIN, fissate sull' apposito telaio, sono ad interasse variabile e permettono la regolazione anche in profondità;
 - gli ampi spazi consentono un'agevole circolazione dei conduttori sia lateralmente sia sotto la guida DIN;
 - la porta può essere equipaggiata con serratura a chiave;
 - grado di protezione secondo norme IEC 529 e CEI EN 60529: IP65;
 - grado di protezione contro gli impatti meccanici esterni secondo norme CEI EN 50102: IK09;
 - resistenza al fuoco e al calore anormale secondo IEC 695-2-1 e CEI 50-11: 650°C (glow wire);
 - caratteristiche di isolamento completo i secondo norme CEI 64-8 e CEI EN 60439-1.

Accessori forniti

- Strisce di identificazione circuiti;
- otturatori copriforo;
- tappi coprivate di fondo;
- cerniere;
- collari per il cablaggio.

CARPENTERIE IN MATERIALE METALLICO (QUADRI AD ARMADIO)

Struttura

I quadri devono essere del tipo autoportante ad "armadio" per appoggio a pavimento.

La versione ad "armadio" potrà essere in varie altezze, ma non dovrà mai superare mm 2250 (salvo eccezionali esigenze che dovranno essere concordate di volta in volta).

Nel caso l'altezza dovesse superare i 2250 mm l'armadio dovrà essere prolungato con rialzo divisibile per consentirne il trasporto.

I quadri di larghezza superiore al metro potranno, a richiesta della D.L., essere a colonne divisibili, in modo da poter essere introdotti senza alcun intervento murario nei locali d'installazione.

I quadri ad armadio devono essere costituiti da più pannelli verticali dei quali, i due d'estremità devono essere completamente chiusi da elementi asportabili per consentirne l'ampliamento.

La struttura metallica deve essere del tipo autoportante realizzata con intelaiatura in profilati d'acciaio dotati di asolature onde consentire il fissaggio di sbarre, guide e pannelli.

Devono essere corredati di capace zoccolo in robusta lamiera pressopiegata di spessore maggiore 15/10 mm e di controtelaio da immurare completo di forature cieche filettate per l'ammarraggio degli armadi con bulloni.

All'interno dei quadri dovrà essere alloggiata una tasca portaschemi in plastica rigida ove deve essere custodito lo schema funzionale e lo schema elettrico unifilare con l'indicazione esatta delle destinazioni d'uso delle varie linee in partenza e relativa codifica.

Le lampade di segnalazione di presenza rete del tipo fluorescente di colore rosso dovranno avere una superficie d'emissione pari ad almeno 100 mm².

Le dimensioni della carpenteria e delle canaline saranno tali da garantire una riserva di spazio d'alimento il 30% per consentire l'eventuale ampliamento del quadro.

CABLAGGIO DEI QUADRI ELETTRICI

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato mediante sbarre in rame stagnato, in modo da prevenire fenomeni di corrosione o con cavi non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di gas e fumi tossici o corrosivi. Le sbarre dovranno essere installate su supporti in poliestere rinforzato in grado di sopportare senza danni le massime correnti di cortocircuito previste. La portata delle sbarre dovrà essere del 50% superiore rispetto alla portata dei sezionatori generali del quadro.

Il cablaggio dei circuiti di comando dovrà essere realizzato mediante sistemi di cablaggio tipo Multiclip, Unifix o similari. Laddove l'utilizzo di questi sistemi non sia possibile si dovranno utilizzare conduttori flessibili dotati di guaina isolati a ridotta emissione di gas corrosivi in conformità alle Norme CEI 20-22 II e 20-38, tensione nominale 450/750V, comunque con sezione mai inferiore a 1,5 mmq salvo diverse prescrizioni, e tale da garantire una sovratemperatura massima all'esterno dei conduttori non superiore a 20°-30°C

rispetto ad una rispettiva temperatura interna del quadro di 40°-30°C. La densità di corrente dei conduttori dovrà ricadere entro il valore risultante dalle prescrizioni della norma CEI 20-21, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,85; tale valore deve essere riferito al valore della corrente nominale dell'apparecchiatura di protezione e non alla corrente d'impiego della linea in partenza. La densità della corrente non dovrà comunque eccedere i 4 A/mm².

I conduttori, in partenza ed in arrivo alle apparecchiature ed alle morsettiere, dovranno sempre essere siglati con le diciture alfanumeriche riportate negli schemi. Per la siglatura devono essere impiegati segnafile componibili in vipla trasparente (tipo TRASP) alle due estremità del conduttore; sono ammessi anche altri segnafile comunque corrispondenti alle norme.

Tutti i collegamenti dovranno essere eseguiti con capicorda a compressione del tipo preisolato. I capicorda dovranno essere di tipo adeguato al cavo ed all'apparecchiatura da cablare.

I conduttori di potenza dovranno avere invece i capicorda isolati chiusi ad anello.

Non sono ammessi in nessun caso adattamenti delle sezioni dei cavi o dei capicorda.

I conduttori dei circuiti di comando dovranno essere sistemati in canaline con feritoie e coperchio in PVC rigido tipo incombustibile ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi ed a bassa emissione di fumi opachi. Il fissaggio delle canaline dovrà essere eseguito con viti; non sono assolutamente ammessi i fissaggi che utilizzino collanti di qualsiasi tipo. Non è ammesso il montaggio diretto di canaline od apparecchiature sulle pareti laterali o sulle strutture portanti del quadro salvo particolari prescrizioni.

La grandezza minima ammessa dei morsetti dei conduttori di comando deve essere adatta per l'allacciamento di conduttori fino a 6 mmq.

In generale ad ogni terminale di connessione deve essere collegato un solo conduttore; sono ammesse le connessioni di due o più conduttori ad un terminale solo quando è espressamente previsto dalla casa produttrice.

Tutti gli apparecchi installati nel quadro dovranno essere contraddistinti con le stesse sigle riportate sugli schemi mediante targhette a scritta indelebile fissate in maniera facilmente visibile sia vicino agli apparecchi ai quali si riferiscono sia su di essi.

La colorazione della guaina isolante dei conduttori di comando, in funzione dell'utilizzo, dovrà essere la seguente:

- Nero - marrone: fasi circuiti a 400-230 V;

-
- Celeste - blu: neutro;
 - giallo/verde: terra;
 - marrone e grigio: circuiti di logica a relè ed altro.

I conduttori isolati devono essere adeguatamente sostenuti, e non devono appoggiare né su parti nude in tensione (aventi potenziale diverso) né su spigoli vivi della carpenteria.

I collegamenti di terra delle masse metalliche devono essere eseguiti con treccia o calza o conduttore di rame avente sezione non inferiore a 16 mmq.

Tutte le linee da e verso il quadro elettrico devono passare attraverso opportune aperture realizzate nella parte superiore o inferiore del quadro.

I cavi accederanno al quadro tramite canalette o passerelle provviste di coperchio raccordate alla struttura metallica fissa, a mezzo flangia per attacco e quadro con idoneo grado di protezione.

Marchature

Non saranno consentiti sistemi alternativi di identificazione oltre a quelli riportati di seguito.

Tutte le apparecchiature elettriche poste all'interno del quadro ed ogni estremità dei cavi di cablaggio dovranno essere chiaramente identificabili in modo permanente.

Le marchature dovranno essere conformi alla norma CEI 16-7 art.3.

Si dovranno utilizzare cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo ed in partenza e per il cablaggio interno; dovranno essere riportate l'identificazione della linea, il tipo di cavo, la sua conformazione e lunghezza, secondo quanto riportato nello schema elettrico. Non sono ammessi altri tipi di marcatura delle linee.

Allo scopo saranno utilizzati tubetti porta etichette o anelli presiglati di tipo termorestringente per le estremità dei cavi di cablaggio.

Saranno applicate delle targhette adesive o ad innesto per tutte le apparecchiature elettriche (dai morsetti, agli ausiliari di segnalazione, agli interruttori ecc.). Esse dovranno essere poste, ove possibile, direttamente sulle apparecchiature o nelle vicinanze sulla carpenteria del quadro.

Sulla carpenteria del quadro dovrà essere riportata la targa d'identificazione del quadro stesso e quella del costruttore. Dovranno essere poste sul fronte del quadro delle targhette in alluminio o in materiale

plastico autoestinguente, che dovranno identificare in modo inequivocabile le varie apparecchiature. Le targhette dovranno avere le scritte pantografate e dovranno essere inserite in apposite guide magnetiche o in plastica. Si dovrà altresì impedire che le suddette targhette possano scorrere lungo le guide.

Per quanto non specificato si farà riferimento alle prescrizioni della norma CEI 17-13. La certificazione e le altre documentazioni da presentare alla DL, dovranno essere quelle previste dalla suddetta norma.

Morsettiere

Le morsettiere dovranno essere chiaramente identificate secondo le modalità esposte nel paragrafo relativo. Le morsettiere in melamina devono essere del tipo componibile e sezionabile. Il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

Tutti i morsetti dovranno essere fissati alla struttura del quadro, possibilmente su guida Din appositamente predisposta.

Ad ogni dispositivo di serraggio, come richiesto dalla norma 17-13/1, dovrà essere cablato un solo conduttore e pertanto l'eventuale equipotenzializzazione di più morsetti potrà essere effettuata solo mediante apposite barrette di parallelo.

Non devono essere ammesse morsettiere di tipo sovrapposto. Il quadro, se è composto di sezioni diverse, le relative morsettiere dovranno essere fisicamente separate mediante l'impiego di separatori.

La morsettiera d'attestazione della linea in arrivo dovrà essere completa di targhetta recante scritte che evidenzino che la parte è in tensione.

MESSA A TERRA (quadri in carpenteria metallica)

Su tutta la lunghezza del quadro, deve essere installata una sbarra in piatto di rame nudo, per la messa a terra del quadro stesso ed in ogni caso dimensionata per il massimo valore di corrente di guasto a terra.

La messa a terra di un pannello dovrà essere studiata in modo che aggiungendone un successivo basterà connettere assieme le due barre principali, affinché tutte le parti metalliche del pannello siano messe francamente a terra.

Per ogni quadro dovranno essere predisposti, sulla sbarra di terra, due attacchi per le connessioni flessibili con sezione minima 16 mmq, cui si allacceranno tutte le parti metalliche degli interruttori sezionatori, basi

portafusibili, trasformatori di misura, profilati di sostegno, portelle a cerniera, antine fisse o imbullonate, manovra, ecc.

In prossimità dei ferri di supporto dei terminali e dei cavi devono essere previsti viti e bulloni per la messa a terra delle armature e delle guaine metalliche dei cavi.

Tutte le superfici di contatto dovranno essere opportunamente trattate contro le ossidazioni ma non verniciate.

I conduttori di terra in rame isolato avranno sempre, come colore distintivo, il GIALLO/VERDE.

SCHEMI

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato d'apposita tasca porta-schemi dove devono essere contenuti in involucro plastico i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

SICUREZZA DEL PERSONALE PREPOSTO ALLA MANOVRA

Ogni sezione del quadro, con alimentazione propria e indipendente, dovrà essere completamente separata dalle altre mediante separatori interni in lamiera e munita di portella d'accesso.

Per impedire che persone vengano accidentalmente in contatto con parti in tensione, devono essere usati sezionatori generali del tipo che impediscano l'apertura delle portelle in posizione di "chiuso" e diaframmi di protezione sui morsetti d'entrata del sezionatore.

L'eventuale rimozione delle apparecchiature dovrà avvenire senza necessità di rimuovere quelle adiacenti.

I relè ad intervento regolabile (relè di corrente, di tensione, a tempo) consentiranno la taratura, la prova e la manutenzione con tutte le altre apparecchiature in servizio, senza pericolo di contatti accidentali con parti in tensione.

Tutte le parti in tensione delle apparecchiature montate su portine (morsetti di lampade, relè, pulsanti, strumenti, ecc.) ed in genere tutte quelle esposte a possibili contatti durante normali operazioni di esercizio, devono essere protette con schermi isolanti asportabili, in modo da evitare contatti accidentali con le parti in tensione.

I morsetti secondari dei TA non utilizzabili devono essere messi in corto circuito, anche se i TA sono adatti a restare permanentemente aperti, per evitare situazioni di pericolo per gli operatori durante controlli e prove.

Tutte le parti metalliche dovranno essere collegate a terra; le portelle o pannelli asportabili, anche se non montano componenti elettrici, devono essere collegati a terra con corda guainata.

I pezzi metallici sovrapposti ed uniti con bulloni non devono essere considerati elettricamente collegati tra loro salvo impiego d'appositi dadi graffianti.

Ogni quadro ad "armadio", avente profondità maggiore a 1000 mm, deve essere dotato di un'adeguata illuminazione interna derivata dalla fonte d'energia più affidabile.

APPARECCHIATURE DI MANOVRA B.T.

Le apparecchiature di bassa tensione da installarsi saranno rispondenti ai requisiti minimi prestazionali di seguito esposti.

Interruttore magnetotermico scatolato b.t., con attacchi posteriori/anteriori, esecuzione fissa

Interruttore automatico magnetotermico b.t., in esecuzione fissa, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 500/690V c.a., 50-60Hz;
- rispondenza norme IEC 947-2 e CEI EN 60947.2;
- sganciatori magnetotermici o sganciatori elettronici, con funzione di protezione contro il sovraccarico "L", contro il cortocircuito selettivo "S", contro il cortocircuito istantaneo "I" .

Il potere d'interruzione nominale deve essere quello di servizio (Ics) indicato nello schema elettrico del quadro.

Interruttore magnetotermico differenziale, scatolato b.t. tempo di ritardo regolabile

Interruttore automatico magnetotermico b.t., in esecuzione fissa, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 500/690V c.a., 50-60Hz;
- rispondenza norme IEC 947-2 e CEI EN 60947.2;
- sganciatori magnetotermici o sganciatori elettronici, con funzione di protezione contro il sovraccarico "L", contro il cortocircuito selettivo "S", contro il cortocircuito istantaneo "I" e contro il

guasto a terra "G" (secondo quanto indicato nello schema del quadro elettrico), secondo quanto sottospecificato.

- dispositivo differenziale con correnti differenziali di intervento da 0,03 a 10 e/o da 0,03 a 30 A e tempo di intervento regolabile da 0 a 310 ms;
- pulsante di test per verificare periodicamente il corretto funzionamento del dispositivo, simulando un guasto differenziale.

Il potere d'interruzione nominale deve essere quello di servizio (Ics) indicato sullo schema elettrico del quadro.

Interruttore di manovra-sezionatore scatolato b.t., con attacchi posteriori/anteriori, esecuzione fissa

Interruttore di manovra-sezionatore, scatolato b.t., in esecuzione fissa, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 690V c.a., 50-60Hz;
- rispondenza norme IEC 947-3 e CEI EN 60947-3.

Sezionatore b.t. sottocarico con fusibili

Sezionatore b.t., sottocarico, avente le seguenti caratteristiche:

- possibilità di apertura sottocarico;
- messa fuori tensione completa dei fusibili, tramite il sezionamento simultaneo a monte e a valle;
- sezionamento visualizzato, in quanto le leva di manovra può indicare la posizione "aperto" solamente se i contatti sono effettivamente aperti;
- fusibili di tipo cilindrico e/o a coltello;
- blocco meccanico incorporato nella maniglia;
- tensione nominale d'impiego 690V c.a.;
- rispondenza norme CEI EN 60947-3.

CONTATTORE

Contattore tripolare o quadripolare, rispondente alle norme IEC 947-4-1, atto a garantire le prestazioni in AC-3, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale di isolamento e di impiego: 1000 V;
- tensione di resistenza agli impulsi: 8 kV;
- categoria d'impiego: AC-3;

-
- frequenza: 25 ÷ 400 Hz;
 - durata meccanica minima: 10 milioni di manovre;
 - protezione dei morsetti contro i contatti accidentali con parti sottotensione;
 - aggancio meccanico all'avviamento.

Interruttore magnetotermico modulare

Interruttore automatico magnetotermico modulare, per installazione su guida idonea, con le seguenti caratteristiche:

- $I_n=6/10/25/50$ kA a 230/400V, così come indicato nello schema elettrico del quadro;
- curva tipo B/C/K/D;
- protezione dei morsetti IP20;
- rispondenza alle norme CEI 23-3 / CEI EN 60898 o CEI EN 60947-2.

Blocco differenziale per interruttore automatico

Blocco differenziale modulare, per assemblaggio con interruttore automatico magnetotermico, adatto per correnti alternate (tipo AC) e/o per correnti alternate, pulsanti e componenti continue (tipo A), di tipo normale o selettivo, avente le seguenti caratteristiche:

- potere di interruzione equivalente a quello dell'interruttore automatico accoppiato;
- tensione nominale 230/400 V;
- sensibilità $I_{\Delta n} = 0,03 - 0,3 - 0,5 - 1$ A;
- protetto contro gli scatti intempestivi;
- rispondenza alle norme CEI EN 61009.

Base porta-fusibili a cassetto, modulare

Base porta fusibili a cassetto, modulare, per installazione su idonea guida, conformità alle norme CEI 32-4 ed EN 60269-3.

Contattore modulare

Contattore modulare, bipolare o tripolare per installazione su quadri con finestratura di 45 mm, dotato d'attacco rapido per profilato DIN, conformità alla norma IEC 158.1/3.

Caratteristiche principali:

-
- Tensione nominale: 230/400V c.a.;
 - Corrente nominale in AC1: 20, 24, 40A a seconda dei tipi;
 - Potenza nominale in AC3: 1.3, 2.2, 5.5 kW a seconda dei tipi;
 - Frequenza nominale: 50/60 o 40/450 Hz a seconda dei tipi;
 - Tensione circuito di comando: 230 Vc.a.;
 - Potenza dissipata max: 3W per polo;

Trasformatore di sicurezza/isolamento

Trasformatore di sicurezza/isolamento per circuiti ausiliari, avente le seguenti caratteristiche:

- potenza nominale: secondo quanto indicato negli schemi elettrici dei quadri;
- tensione primaria: 230/400 V;
- tensione secondaria: 24V;
- frequenza: 50/60 Hz;
- conformità alle norme CEI 14-6 ed EN 60 742;
- classe I.

Gruppo misure integrato

Gruppo misure a microprocessore per la misurazione multipla dei parametri elettrici, per installazione su quadro, avente le seguenti caratteristiche:

- 18 misure in ingresso: tensione in V, corrente in A, massima corrente termica in A, potenza attiva in W, fattore di potenza, frequenza;
- misure in valore efficace RMS;
- precisione 0,5 % della misura su tensione (V) e corrente (A) ed 1 % sulla potenza (P);
- valori di TA programmabili da dip switch;
- formato per guida DIN 9 moduli;
- grado di protezione IP40.

LINEE D'ALIMENTAZIONE IN CAVO IN BASSA TENSIONE

GENERALITA'

Tutti i cavi ed i conduttori devono essere di costruzione di primaria casa, rispondere alle norme costruttive CEI, alle norme dimensionali UNEL ed essere dotati del Marchio Italiano di Qualità.

Identificazione dei conduttori

I conduttori devono essere identificati come segue:

- mediante colorazione, secondo tabelle UNEL per distinguere fasi, neutro e conduttore di protezione;
- mediante fascette e terminali per distinguere i circuiti e la funzione di ogni conduttore nelle cassette di derivazione e nei quadri.

Le sigle delle fascette devono corrispondere a quelle riportate sui disegni.

In particolare i conduttori isolati o nudi dovranno essere individuati in modo che siano distinte:

- le fasi per i circuiti degli impianti di illuminazione o forza motrice a tre o quattro fili;
- il tipo di utilizzazione per i circuiti corrispondenti a servizi diversi;
- i conduttori di protezione e neutri.

Nella scelta dei colori e della notazione alfanumerica dei conduttori delle fasi e di diversi circuiti, che dovranno essere fatte in accordo con la Direzione Lavori, dovrà essere rispettato quanto prescritto dalla norma CEI 16-4 fascicolo 4658 (1998).

Conduttori singoli

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Fase 1	L1	Nero
Fase 2	L2	Marrone
Fase 3	L3	Grigio
Neutro	N	Blu chiaro

Apparecchio in corrente alternata

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Fase 1	U	Nero
Fase 2	V	Marrone
Fase 3	W	Grigio

Sistema in corrente continua

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Positivo	L+	Rosso
Negativo	L-	Nero

Conduttore med.

M

Blu chiaro

Sistema di protezione

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Conduttore di protezione	PE	Giallo verde
Conduttore di protezione terra	TE	Giallo verde
Terra senza disturbi	E	Giallo verde

Cavi a più conduttori

Designazione Conduttori	Colore guaina	Colore terminale
F.M.	Verde	Nero
Luce	Verde	Nero
Comando	Verde	Nero
Corrente continua	Grigio	+rosso, -nero

Nell'eventualità l' Impresa riscontrasse un'effettiva difficoltà di reperimento dei cavi e conduttori nei suddetti colori, dovrà tempestivamente comunicarne notizia alla Direzione Lavori affinché possa essere definito quanto necessario per mantenere l'agevole individuazione dei vari circuiti.

Sezioni minime e cadute di tensione ammesse

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione complessiva non superi il valore del 4% della tensione alla consegna), 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 d'unificazione CEI-UNEL.

Progettualmente si è cercato di assicurare che la caduta di tensione dal quadro generale all'utilizzatore più lontano sia minore complessivamente al 4% per i circuiti luce ed al 5% per i circuiti prese e utenze tecnologiche meccaniche. Per la linea montante di alimentazione dal quadro contatore al quadro generale si è assicurata una caduta di tensione intorno al 2%.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di singoli corpi illuminanti o prese dotate di trasformatore di sicurezza o singoli utilizzatori con potenza inferiore ad 1,5 kW.
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria inferiore o uguale a 3 kW;
- 2,5 mm² per dorsali di alimentazione circuiti luce;
- 4 mm² per dorsali alimentazione circuiti F.M.;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

Sezione minima dei conduttori di neutro

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, con il minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8.

Sezione dei conduttori di terra e protezione

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, art. 543.1., e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1, con i minimi indicati

	nella	tab.	2:
--	-------	------	----

Estratto da CEI 64-8 Tab. 54F

Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase

(Sezione minima dei conduttori di protezione)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm2	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm2	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm2
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	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari., la sezione specificata dalle rispettive norme

Estratto da CEI 64-8 Tab. 54A

Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm ² rame 16 mm ² ferro zincato(*)
Non protetti contro la corrosione	25 mm ² rame 50 mm ² ferro zincato(*)	

(*) Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = (I^2 t)^{1/2} / K$$

nella quale:

S_p è la sezione del conduttore di protezione [mm²];

I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];

K è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e d'altre parti e dalle temperature iniziali e finali¹.

accorgimenti particolari contro il rischio incendio

Propagazione del fuoco lungo i cavi

¹ I valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8.

I cavi in aria installati individualmente, vale a dire distanziati fra 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 fuoco

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 e ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

I servizi di sicurezza saranno alimentati da cavi resistenti all'incendio, conformemente alla norma CEI 20-45.

Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino 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 presentare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-38.

I cavi ed i conduttori da utilizzare saranno conformi alle Norme CEI 20-20; 20-22; 20-29; 20-34; 20-35; 20-38.

In particolare si potranno utilizzare le seguenti tipologie di cavo:

FG16M16/FGOM16, Cavo unipolare/multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Particolarmente indicato in luoghi a rischio di incendio e con elevata presenza di persone. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi simili. Ammessa anche la posa interrata.

Conduttore: corda flessibile di rame rosso ricotto classe 5

Tensione nominale U0/U: 0,6/1kV

Temperatura max/min esercizio: 90°C / -15°C

FG17, per energia isolato in HEPR di qualità G17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Per installazioni entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi o simili. Adatto per installazione fissa e protetta in apparecchi di illuminazione ed apparecchiature di interruzione e comando.

Conduttore: corda flessibile di rame rosso ricotto classe 5

Tensione nominale U0/U:450/750V

Temperatura max/min esercizio: 90°C / -15°C

FR20HH2R cavo con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche (nastro di alluminio/poliestere) ed elettromagnetiche (treccia di rame), induttanza <0,9 mH/Km, capacità <140 nF/km, impedenza di trasferimento 100 mOhm/m da 1Mhz a 30Mhz, tensione 450/750 kV. Utilizzati per l'installazione di valvole, attivazione di circuiti di allarme e/o blocco relè.

Cavo U/UTP cat. 6 4cp AWG24, 100Ohm, 250 MHz, guaina esterna in LSZH

CAVO TWISTATO e schermato ("doppino"), non propagante l'incendio a norme CEI 20-22, passo twistatura 10 cm circa, conduttori in rame rosso flessibile, isolamento in PVC, guaina rossa antifiama, schermatura in alluminio. Utilizzato per gli impianti di rivelazione incendio e tirante allarme bagni.

PROTEZIONI MECCANICHE E MODALITA'DI POSA

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

Dette protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc. Negli impianti industriali, il tipo d'installazione dovrà essere concordato di volta in volta con la D.L. e rispondente al rispetto delle normative vigenti.

Marche dei cavi

Ogni cavo deve essere siglato in modo da consentirne l'individuazione in maniera inequivocabile. Le marche dovranno essere conformi alla norma CEI 16-7 art.3 alle estremità e sulle cassette di

derivazione dorsali. Si dovranno impiegare anelli o tubetti portaetichette presiglate di tipo termorestringente che garantiscano indelebilità delle scritte.

Le scritte dovranno essere comunque concordi a quelle indicate nelle tavole allegate.

Marchature dei cavidotti e delle scatole

Canali e cassette dovranno essere contrassegnati in modo visibile ed inalterabile con sigle, ricavate dagli elaborati di progetto, che identifichino in modo inequivocabile la loro destinazione d'uso. Tutte le cassette riceveranno delle etichette di dimensioni adeguate (almeno 22 x 40 mm) indicanti il circuito d'appartenenza, mentre i canali andranno contrassegnati almeno ogni 12 m, con targhette in tela o piastrine in PVC di dimensioni minime 100 x 50 mm ed aventi colorazioni diverse secondo le reti e precisamente:

- blu per le reti B.T.;
- giallo per l'impianto d'illuminazione di sicurezza;
- bianco per gli impianti di comunicazione;
- arancio per gli impianti di sicurezza (rivelazione fumi, TVCC, ecc.);
- rosso per le reti di Media Tensione;
- nero per le reti alimentate da sistemi di emergenza.

Giunzioni e derivazioni dei cavi

Giunzioni diritte: ammesse solo nei casi in cui le tratte senza interruzioni superino in lunghezza le pezzature reperibili in commercio.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsetterie.

Le terminazioni dei cavi devono essere del tipo e della sezione adatta alle caratteristiche del cavo e all'apparecchio al quale saranno collegate; non è consentito alcun adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

La guaina del cavo, nel punto di taglio, dovrà essere rifinita con l'impiego di manicotti termorestringenti.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non potrà essere connesso più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione tra i morsetti dovrà avvenire mediante l'impiego di opportune barrette di parallelo.

Nei punti di collegamento i cavi dovranno essere fissati mediante l'ausilio di fascette o collari o pressacavi, in modo da evitare qualsiasi sollecitazione meccanica sulle morsettiere.

I capicorda, in rame stagnato, devono essere del tipo a compressione e saranno utilizzati su tutti i cavi, sia di potenza sia di segnalazione.

Cassette e scatole di derivazione

Le cassette, in materiale termoplastico autoestinguente devono essere composte da un unico pezzo. Le viti di fissaggio dovranno essere collocate in apposita sede.

Le cassette dovranno poter contenere i morsetti di giunzione, di derivazione ed anche setti separatori in grado di garantire l'eventuale separazione tra sistemi a tensione nominale diversa.

I coperchi delle cassette dovranno essere fissati alle stesse mediante l'impiego di viti in nylon con testa sferica. Sono consentite, salvo approvazione della D.L., anche viti in metallo.

Per le cassette di maggiori dimensioni dovrà essere possibile l'apertura a cerniera del coperchio. Le guarnizioni, in neoprene o in gomma siliconica, dovranno essere del tipo antinvecchiante.

Le cassette dovranno essere installate in modo da renderne agevole l'accessibilità, dovranno inoltre essere fissate in modo da non sollecitare tubi o cavi che ad esse fanno capo. Sono pertanto consentiti l'impiego di tasselli ad espansione, bulloneria trattata con procedimento antiossidante e chiodatura a sparo.

Le cassette di derivazione poste lungo le dorsali dovranno essere munite di morsetti fissi o componibili in poliammide 6.6 aventi tensioni di isolamento coerenti con quelle dei cavi ad essi attestatisi. Il serraggio dei conduttori dovrà in ogni modo essere del tipo indiretto.

E' consentito l'uso d'altri morsetti solo dopo esplicita approvazione da parte della D.L..

Alcune derivazioni, se espressamente richiesto dalla D.L., potranno essere effettuate al di fuori delle cassette. A tale scopo dovranno impiegarsi solo morsetti del tipo a perforazione dell'isolamento. Scatole e cassette di derivazione e/o transito dovranno essere dotate di tutti gli accessori (pressacavi, raccordi ecc.) necessari per garantire il grado di protezione richiesta. La dimensione minima per le cassette di derivazione installate sui canali luce, forza e continuità assoluta deve essere pari a 110x110x70 mm. È fatto assoluto divieto di eseguire derivazioni con l'impiego di morsetti del tipo "mammoth" o peggio con l'impiego di nastro isolante.

La suddivisione tra morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà essere eseguita mediante l'impiego di setti separatori.

Tubazioni a vista o sottotraccia

Nelle parti dell'impianto previsto in realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi saranno in materiale termoplastico flessibile per i percorsi sotto intonaco; in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;

I cavidotti saranno posti in opera parallelamente alle strutture murarie, sia per quanto riguarda i percorsi orizzontali che per quelli verticali; le curve dovranno avere un raggio di curvatura tale da rispettare i valori prescritti per i tipi di cavo che vi devono essere installati. Non saranno consentiti percorsi diagonali

Le curve saranno realizzate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfila i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. In ogni caso il diametro interno non deve essere inferiore a 20 mm. Escluse le cifre di comando e segnalazione.

Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di transito o di derivazione.

Nello stesso locale, qualora si preveda l'esistenza di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

L'ingresso cavi nelle cassette di derivazione e di transito deve essere realizzato esclusivamente per mezzo di raccordi pressacavo.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella NCU.

Tab. NCU

Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi

(i numeri fra parentesi sono per i cavi ed i tubi per linee di comando e segnalazione)

Diametro esterno / diametro interno [mm]	sezione dei cavi [mm ²]									
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16	
(12/8,5)	(4)	(4)	(2)							
(14/10)	(7)	(4)	(3)							
(16/11,7)			(4)							
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. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

Installazione delle tubazioni plastiche a vista

Le tubazioni dovranno essere del tipo conforme alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL. Dovranno essere in PVC della serie pesante e raccordate nei tratti terminali con guaine spiralate.

La raccorderia deve essere del tipo pressatubo oppure filettata. Per il fissaggio in vista ci si dovrà avvalere di morsetti in materiale plastico con fissaggio del tubo a scatto. I morsetti non dovranno

essere posti a distanze superiori al metro ed in modo da evitare la flessione delle tubazioni. Nel caso di tubi rigidi installati sottotraccia, i raccordi potranno essere ottenuti mediante l'impiego di manicotti.

Canalette e canali porta cavi

I canali posacavi, di tipo metallico, in materiale plastico ed in materiale plastico privo di alogeni (Noryl), saranno realizzati mediante elementi componibili ed in cantiere non saranno consentite altre lavorazioni che non siano taglio e foratura degli stessi.

I sostegni, del tipo prefabbricato, dovranno essere in metallo e con trattamento conforme a quello del canale. Devono essere sempre previsti in prossimità delle diramazioni ed alle estremità delle curve. I sostegni dovranno garantire una completa rigidità dei canali sia in senso longitudinale sia trasversale e non dovranno comunque subire lavorazione alcuna dopo il trattamento di protezione della superficie.

Staffe e mensole saranno dimensionate in modo da potere sopportare il carico ottenuto riempiendo di cavi i canali sino al massimo consentito. L'interdistanza massima consentita è di 2 m. e in ogni caso la freccia massima del canale non deve superare 0,5 cm.

Curve, incroci e derivazioni saranno di tipo prestampato sia per i canali metallici sia per quelli in materiale plastico.

I setti divisori in lamiera d'acciaio o in PVC, che sono previsti a progetto, dovranno essere posti lungo tutta la lunghezza dei canali, ivi comprese curve e derivazioni. Non dovranno essere presenti fori o asolature sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno essere di tipo rimovibile senza l'utilizzo d'attrezzi e dovranno avere i bordi ripiegati.

La zincatura dei componenti d'acciaio non dovrà presentare difetti quali: vaiolatura, scorie, macchie nere, incrinature ecc.

Tutti i tagli non dovranno presentare sbavature o bordi taglienti. Per i canali metallici, nelle zone di taglio dovrà essere ripristinata la zincatura. Fori ed asolature effettuate per consentire l'uscita dei cavi, dovranno essere muniti di passacavi di gomma o d'altre guarnizioni di tipo isolante, che impediscano eventuali danneggiamenti.

Dovrà essere garantita, durante la posa in opera, la continuità elettrica per l'intero percorso dei cavidotti metallici per mezzo d'appositi collegamenti d'equipotenzializzazione.

Tutta la bulloneria utilizzata deve essere in acciaio inox o in acciaio zincato a caldo; è espressamente vietato l'uso di rivetti.

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche, ove esistenti.

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

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse.

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

Posa dei cavi nei canali

I cavi devono essere semplicemente appoggiati sul fondo, in modo ordinato, paralleli tra loro, senza attorcigliamenti e rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle.

Lungo il percorso, i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie a meno di linee la cui lunghezza sia tale da non essere presenti in commercio pezzature di lunghezza adeguata. I cavi saranno eventualmente distanziati, se prescritto dalla modalità di posa al fine di annullare il mutuo riscaldamento; se la stessa canalina deve ospitare conduttori di sistemi diversi, dovrà adottarsi un separatore di servizio.

Lungo i canali, i cavi dovranno essere fissati agli stessi mediante l'impiego di fascette in materiale plastico in corrispondenza di curve, incroci e diramazioni. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere fissati alle passerelle con passo non superiore a 40 cm. I cavi, nei canali chiusi, saranno fissati con apposite sbarre trasversali.

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

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.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.

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

Scale e passerelle

Posa su passerelle: cavi fissati alle passerelle mediante legature che ne mantengano fissa la posizione.

Sui tratti di passerella inclinati e verticali le legature devono essere più numerose (almeno una ogni metro) ed adatte a sostenere il peso dei cavi. Il numero di cavi su ogni passerella, deve essere tale da garantire che nelle condizioni previste di carico la loro temperatura si mantenga entro i valori prescritti dalla norma.

Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati

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

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costruire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (o i cavi) senza premere e senza farlo 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 15 cm più il diametro del cavo (o maggiore, nel caso di 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 diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a 5 cm o, nell'ipotesi contraria, 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.
 - Inoltre dovrà essere inserito un nastro indicatore in materiale plastico con colore a scelta della DL.
-

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 deve essere seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o per movimenti di terra nei tratti a prato o a giardino.

Di massima deve essere però osservata la profondità di almeno 50 cm, misurata sull'estradosso della protezione di mattoni.

Tutta la sabbia e i mattoni occorrenti devono essere forniti dalla Ditta appaltatrice.

Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili

I cavi devono essere posati:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo);
- entro canalette di materiale idoneo, ad esempio cemento (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o in profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente su ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o in profilato d'acciaio zincato, ovvero in materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento tra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, per assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo l' Impresa dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dalla D.L., deve essere di competenza dell' Impresa soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.

In particolari casi, la D.L. potrà preventivamente richiedere che le parti d'acciaio siano zincate a caldo.

Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrato, o in cunicoli non praticabili

Per la posa interrato delle tubazioni si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa, preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà stendere uno strato di sabbia vagliata;
- sarà effettuata la posa del tubo (o dei tubi) senza effettuare alcuna pressione;
- verrà steso uno strato di sabbia vagliata per il riempimento degli spazi lasciati vuoti dai tubi e per copertura delle tubazioni;
- sarà quindi effettuato il reinterro dello scavo effettuato in più strati ed utilizzando il materiale ricavato dallo scavo, ad ogni strato di reinterro si dovrà eseguire lo stipamento del materiale avendo cura di non provocare alcun danno alle tubazioni precedentemente posate;
- si dovrà quindi procedere al carico ed al trasporto a pubblica discarica di tutto il materiale non utilizzato per il reinterro.

Le tubazioni dovranno essere con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flangie, per evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,3 mm rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrato e apposite cassette sulle tubazioni non interrato.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

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

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

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

Per la posa aerea dei cavi elettrici, isolati, non sotto guaina e di conduttori elettrici nudi, dovranno osservarsi le relative norme CEI.

COMANDI (INTERRUTTORI, DEVIATORI, PULSANTI E SIMILI) E PRESE A SPINA

Sono da impiegarsi apparecchi da incassi modulari e componibili.

Gli interruttori devono avere portata di 16 A; negli edifici residenziali è ammesso l'uso di interruttori di portata di 10 A; le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti ecc.

La serie deve consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi interruttori nella scatola rettangolare normalizzata, mentre, per impianti esistenti, deve preferibilmente essere adatta anche al montaggio in scatola rotonda normalizzata.

I comandi e le prese devono poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP 40 e/o IP 55.

Prese di corrente:

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento devono avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase o interruttore magnetotermico.

Apparecchiature modulari con modulo normalizzato:

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18), ad eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi.

Inoltre:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6000 A, salvo casi particolari;

-
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio, trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
 - c) gli interruttori con relè differenziali fino a 80 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b), nonché essere del tipo ad azione diretta;
 - d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego d'interruttori differenziali puri purché abbiano un potere d'interruzione con dispositivo associato di almeno 4500 A;
 - e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Interruttori scatolati:

Per agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano le stesse dimensioni d'ingombro.

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

Il potere d'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 in quella con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

Interruttori automatici modulari con alto potere d'interruzione

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di c. c. elevate (fino a 30 KA), gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (norme CEI 15-5).

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E 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 d'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.

Elementi di un impianto di terra

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

- a) il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
 - b) il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o in ogni caso isolata dal terreno);
 - c) il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm²;
 - d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);
-

e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

f) Come elementi di dispersione possono essere usati i ferri d'armatura dei plinti o dei massetti armati. In questo caso dovranno essere garantite, tramite giunzioni a regola d'arte, le continuità elettriche.

Sezioni minime dei conduttori

Conduttori di protezione

Le sezioni devono rispettare le seguenti indicazioni.

TAB. 1

Estratto da CEI 64-8 Tab. 54F

Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase

(Sezione minima dei conduttori di protezione)

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

Sezioni minime dei conduttori di terra

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, art. 543.1, e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1, con i minimi indicati di seguito:

TAB. 2

Estratto da CEI 64-8 Tab. 54A

Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm ² rame 16 mm ² ferro zincato(*)
Non protetti contro la corrosione	25 mm ² rame 50 mm ² ferro zincato(*)	

(*) Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = (I_2 t)^{1/2} / K$$

nella quale:

S_p è la sezione del conduttore di protezione [mm²];

I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];

K è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e d'altre parti e dalle temperature iniziali e finali².

Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

I locali da bagno vengono divisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono le seguenti regole particolari:

- zona 0 - È il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili;
 - zona 1 - È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;
 - zona 2 - È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP x 4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;
- a) bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
- b) trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- c) interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

² I valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative, rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

Collegamento equipotenziale nei locali da bagno:

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès, ma deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, come, ad esempio, la scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

È vietata l'inserzione d'interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm²(rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Alimentazione nei locali da bagno:

Se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti si devono estendere ai locali da bagno.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o ad un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Condutture elettriche nei locali da bagno:

Possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

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 o 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.

Sistemi di protezione particolari contro i contatti indiretti. (Norme CEI 64-4)

Ad integrazione dei sistemi previsti nell'art. "Protezione contro i contatti indiretti", si considerano sistemi di protezione contro le tensioni di contatto anche i seguenti:

a) bassissima tensione di sicurezza isolata da terra e separata dagli altri eventuali circuiti con doppio isolamento; viene fornita in uno dei seguenti modi:

- dal secondario di un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI 14-6;
- da batterie d'accumulatori o pile;
- da altre sorgenti d'energia che presentino lo stesso grado di sicurezza. Le spine degli apparecchi non devono potersi innestare in prese di circuiti a tensione diversa;

b) separazione elettrica con controllo della resistenza di isolamento.

La protezione deve essere realizzata impiegando, per ciascun locale, circuiti protetti da tubazioni separate alimentati da sorgenti autonome o da trasformatore d'isolamento. Il trasformatore deve avere una presa centrale, per il controllo dello stato d'isolamento e schermatura metallica tra gli

avvolgimenti per eliminare le correnti di dispersione. Le masse dei generatori autonomi e dei trasformatori di isolamento devono essere messe a terra, mentre la schermatura deve essere collegata al collettore equipotenziale per mezzo di due conduttori di protezione.

PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

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

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente d'impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente d'impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) e una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

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

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

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I_{2t} \leq K_s^2$ (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere d'interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere d'interruzione (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 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.

SISTEMA DI GESTIONE BMS (BUILDING MANAGEMENT SYSTEM)

Il Quadro Elettrico Generale dovrà essere equipaggiato con un Modulo BMS e Moduli di Gestione per poter permettere la trasmissione di dati dai dispositivi montati sul quadro ad un sistema di supervisione attraverso la rete di comunicazione Modbus Ethernet TCP/IP o http://.

I moduli sopra indicati dovranno essere sufficienti per consentire la connessione dei vari dispositivi e consentire la trasmissione dei relativi dati al comando e controllo delle seguenti apparecchiature:

- Controllo Circuito Illuminazione
- Controllo Macchine Climatizzazione
- Allarme Incendio da Centralina Rilevazione Incendi
- Dati Settaggio Centralina Antintrusione
- Allarme da Centralina Antintrusione
- Stato Pulsante Sgancio di Emergenza
- Temperatura Ambiente
- Dati Assorbimento Elettrico – Potenza – Consumi da Multimetro
- Stato UPS
- Controllo remoto dimmer e scenari di luce RGB
- Min.10% Scorte Ingressi Uscite sia Analogiche che Digitali

Le funzioni del modulo dovranno consentire la trasmissione dei dati tra rete e apparecchiature poste sul quadro elettrico secondo le seguenti modalità:

- Interruttori Magneto Termici, Differenziali e Magnetotermici differenziali:
-

-
- Stato Aperto/Chiuso
 - Stato Sganciato
 - Numero Cicli di Apertura/Chiusura
 - Numero di Sganci

 - Contattori, relè passo-passo:
 - Comando Apertura
 - Comando Chiusura
 - Stato Aperto/Chiuso
 - Numero Cicli di Apertura/Chiusura
 - Tempo Totale di Funzionamento del Carico (Dispositivo Chiuso)

 - Interruttore con Comando Integrato Reflex iC60 e telecomando RCA:
 - Comando Apertura
 - Comando Chiusura
 - Stato Aperto/Chiuso
 - Stato Sganciato
 - Numero di cicli Apertura/Chiusura
 - Tempo Totale di Funzionamento del Carico

 - Contatori di Energia con Uscita Impulsiva:
 - Numero di Impulsi Registrati
 - Valore di Regolazione Impulso (es. kWh)
 - Consumo Totale Registrato
 - Stima di Potenza Consumata

 - Sensori Analogici:
 - Termostati
-

-
- Igrostat
 - Rilevatori CO2
 - Rilevatori Ottici

Tutti i dati vengono salvati in memoria: numero di cicli, consumo, tempo di funzionamento, anche in caso di guasto o interruzione dell'alimentazione.

Il Sistema dovrà permettere anche lo scambio di dati con qualsiasi apparecchio con ingressi/uscite digitali 24 V CC.

Il sistema dovrà essere dotato di apposito software gratuito che consentirà di testare comunicazione e cablaggio degli apparecchi collegati: Test continuità elettrica; Test comunicazione Modbus/Ethernet; Test funzionale apparecchi; Stampa report; Stampa schema semplificato, Archiviazione progetti; Compatibilità con Windows XP, Windows 7; Windows 8.

Il sistema dovrà essere completo di:

- Connettori Modbus
- Connettori alimentazione 24V CC
- Connettori per uscita analogica 4 punti
- Clip per montaggio su Multiclip 80 A
- Cavi precablati per connessione con connettori 5-pin (Ti24)
- Guide DIN con staffe fissaggio
- Multiclip 200 A (4 adattatori)

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali leggi alle quali occorre attenersi nella realizzazione degli impianti dovranno essere:

-
- Legge 791 del 18/10/77: Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n°73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
 - D. Lgs 37 del 22/01/08: Norme per la sicurezza degli impianti.
 - D.L. 615 del 12/11/96: Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalle direttive 92/31/CEE, 93/68/CEE, 93/97/CEE.
 - D.L. 81 del 09/04/08: Testo unico sulla sicurezza
 - Ministero dell'Interno – Dipartimento VV.F. - Guida per l'installazione dei pannelli fotovoltaici – Edizione 2012 e successive integrazioni e chiarimenti.

Per quanto concerne le Norme CEI, dovranno essere ottemperate le disposizioni contenute nelle seguenti Norme:

- CEI 3-14: Segni grafici per schemi. Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale.
- CEI 3-15: Segni grafici per schemi. Conduttori e dispositivi di connessione.
- CEI 3-18: Segni grafici per schemi. Produzione, trasformazione e conversione dell'energia elettrica.
- CEI 3-19: Segni grafici per schemi. Apparecchiature e dispositivi di comando e protezione.
- CEI 3-20: Segni grafici per schemi. Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione.
- CEI 3-23: Segni grafici per schemi. Schemi e piani di installazione architettonici e topografici.
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 11-18: Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni.
- CEI 17-13/1: Apparecchiature assiemate di protezione e di 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)
- CEI 61-50: Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similari. Norme generali.
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua - VI Edizione.
- CEI 64-50: Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
- CEI 70-1: Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
- CEI 103-1: Impianti telefonici interni.

GENERALITA'

Ciascun modulo sarà provvisto di diodi di by-pass. Il parallelo delle stringhe sarà provvisto di protezioni contro le sovratensioni e di idoneo sezionatore per il collegamento al gruppo di conversione. Il quadro elettrico contenente i suddetti componenti, oltre a essere conforme alle norme vigenti, possiederà un grado di protezione adeguato alle caratteristiche ambientali del suo sito d'installazione. Il generatore fotovoltaico sarà, preferibilmente, gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Il gruppo di conversione sarà idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione saranno compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita saranno compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, così come previste dalla citata norma CEI 11-20, sarà di norma integrato nel gruppo di conversione. Dette protezioni, comunque, saranno corredate di una certificazione di tipo, emessa da un organismo accreditato.

Il collegamento del gruppo di conversione alla rete elettrica dovrà essere effettuato a valle del dispositivo generale del quadro condominiale posto nella rispettiva cabina.

L'impianto, inoltre, deve essere dotato di una apparecchiatura che visualizzi (preferibilmente mediante un dispositivo elettromeccanico) la quantità di energia prodotta (cumulata) dall'impianto e le rispettive ore di funzionamento.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa viene ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la sua parte dovrà essere opportunamente protetta.

Il sistema di ancoraggio e supporto dei moduli fotovoltaici su tetto, sarà realizzato con idonei profili in acciaio zincato a caldo, acciaio inox o alluminio, o in alternativa con sistemi a zavorra in CLS, completi di:

- Struttura di sostegno triangolare in alluminio, acciaio inox acciaio zincato a caldo fissata direttamente alla copertura in corrispondenza del piede delle travi tramite barra filettata (in acciaio inox) e tassello chimico (copertura destra e sinistra) (come da elaborati grafici). Barra filettata in acciaio inox e relativo tassello chimico per ancoraggio alla copertura
 - Accessorio per il ripristino dell'impermeabilizzazione in corrispondenza della tassellatura sopra descritta. Garanzia di anni 20 sul sistema di ripristino adottato
 - Profili tipo "C" per ancoraggio moduli fotovoltaici secondo specifiche del costruttore
 - Accessori per il fissaggio dei moduli fotovoltaici in alluminio o acciaio inox (profili tipo "C"), secondo specifiche del costruttore, completi di viti, bulloni in acciaio inox
 - Tappi in gomma per profili a 4 cave dim. 45x45mm
-

-
- In alternativa potrà essere adottata idonea struttura di sostegno in cls a zavorra che consente di evitare forature sulla copertura.

Particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione degli staffaggi in modo da non pregiudicare l'impermeabilizzazione dell'edificio; il ripristino della guaina di copertura, che dovrà essere forata per permettere l'ancoraggio delle strutture di sostegno, sarà onere dell'appaltatore che dovrà garantire la tenuta per un periodo di dieci anni dalla ultimazione lavori.

GRUPPO DI CONVERSIONE (INVERTER)

Gli inverter fotovoltaici saranno di tipo da esterno e saranno posti in prossimità dei moduli, come indicato dagli elaborati grafici.

I convertitori c.c.\c.a. (inverter) utilizzati dovranno essere idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della corrente e della tensione di ingresso dovranno essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita dovranno essere compatibili con quelli della rete alla quale verranno connessi.

Le caratteristiche principali sono riassunte qui di seguito:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
 - Ingresso cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
 - Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
 - Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
 - Conformità marchio CE.
 - Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
-

-
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto accreditato presso il circuito EA;
 - Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV (250-600 Vcc)
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale

QUADRO PARALLELO DI RETE

I quadri di parallelo saranno realizzati in polycarbonato autoestinguente a grado di protezione minimo IP54, interno IP20 con porta incernierata cieca e chiusura con chiave. Il montaggio di ogni componente sarà tale da garantire l'inaccessibilità a parti attive come richiesto dalla norma CEI 17-13. Il fissaggio sarà previsto alla struttura di sostegno.

L'ingresso delle stringhe nel quadro sarà realizzato con connettori identici a quelli di collegamento tra i moduli del generatore fotovoltaico montati di serie sui moduli fotovoltaici.

Il quadro di consegna dell'energia e parallelo rete è preposto ad effettuare il collegamento in parallelo dell'inverter alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione trifase. All'interno di tale quadro è contenuto il dispositivo di interruzione della linea in uscita dall'inverter.

MODULO FOTOVOLTAICO

I moduli fotovoltaici saranno di ultima generazione, avere un elevata efficienza della cella, un elevato rendimento e una garanzia minima di 5 anni. Le caratteristiche di riferimento sono indicate negli elaborati di progetto.

DISPOSITIVO DI INTERFACCIA

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica, così come previsto dalla norma CEI 11-20 e dalla CEI 0-21.

Il collegamento alla rete elettrica di distribuzione avverrà tramite l'utilizzo dei dispositivi di interfaccia.

Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno.

Dovrà quindi assolvere la funzione di:

- protezione sezionamento di gruppi di convertitori;
- protezione della linea trifase da sovratensioni indotte (scaricatori) in ingresso lato rete;
- ridistribuzione delle tre fasi provenienti dai convertitori;
- protezione di interfaccia verso la rete elettrica;
- nodo\collettore equipotenziale di terra.

Il quadro di interfaccia sarà realizzato in polycarbonato autoestinguente a grado di protezione minimo IP54, interno IP20 con porta incernierata cieca e chiusura con chiave. Il montaggio di ogni componente sarà tale da garantire l'inaccessibilità a parti attive come richiesto dalla norma CEI 17-13. Il fissaggio sarà previsto del tipo a basamento in posizione come riportato sulle tavole allegate.

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 d'automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di un'unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura d'eventuali armadi;
- lampadine per segnalazioni, di cui dovrà essere prevista una scorta pari al 10% d'ogni tipo di

ASSISTENZE MURARIE

Sono comprese le opere di assistenza muraria agli impianti quali: realizzazioni di tracce su murature, chiusura delle tracce, sfondi su opere in cemento armato, realizzazioni di muratura, costruzione di cunicoli.

Si devono intendere incluse anche opere di modesta entità come rotture murarie e di quant'altro necessario per il passaggio degli impianti, le piccole imbottiture e il ripristino della malta intorno alle installazioni incassate, degli intonaci e delle pavimentazioni eventualmente rotte, la formazione di fori passanti nei ripiani, nei muri sia perimetrali sia interni, o simili, e successivi ripristini.

Firenze 03.09.2018

Il Tecnico
Ing. Benedetta Giachi