



Ministero per i Beni e le Attività Culturali
Direzione Regionale per i Beni Culturali
e Paesaggistici del Piemonte

 **La Venaria Reale**
CONSORZIO DI VALORIZZAZIONE CULTURALE

 **REGIONE
PIEMONTE**

INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA CITRONIERA



PROGETTO ESECUTIVO

IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI
CAPITOLATO SPECIALE E NORME TECNICHE

**DOC.
ELE-CT**

File: 11509-01-CT-CITRO ELE.doc del 02/2014

PROGETTAZIONE:

Arch. Elena Buonfrate
Arch. Claudio Milano
Ing. Giorgio Ruffino
Arch. Vincenzo Scarano

COLLABORATORI ALLA
PROGETTAZIONE:

Ing. Guido Nicelli - SIMTEC Ingegneria s.r.l.
P. I. Alberto Miele

COORDINATORE PER
LA SICUREZZA:

Ing. Filippo Ronsisvalle

INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1	Oggetto del progetto	3
1.2	Responsabilità della ditta installatrice.....	7
1.3	Opere provviste e spese incluse nella fornitura.....	7
1.4	Oneri ed obblighi a carico della Ditta installatrice	9
1.5	Modalità di esecuzione delle prove preliminari e dei collaudi finali	10
1.6	Prescrizioni tecniche generali riguardanti i materiali.....	11
2.	MODALITA' DI ESECUZIONE E SPECIFICHE SUI MATERIALI	12
2.1	Accessori per apparecchi componibili per usi civili	12
2.2	Apparecchiature quadri BT	12
2.3	Assistenze murarie	17
2.4	Canaline asolate	17
2.5	Canaline metalliche.....	18
2.6	Canaline portacavi e/o portapparecchi in materiale plastico.....	19
2.7	Cassette di derivazione e scatole.....	21
2.8	Cavi e conduttori BT	22
2.9	Condotti sbarre	26
2.10	Gruppi statici di continuita' (UPS).....	27
2.11	Impianto Fonia-Dati.....	28
2.12	Impianto Wi-fi.....	33
2.13	Morsetti per giunzioni, derivazioni e nodi equipotenziali	36
2.14	Prese a spina per usi industriali	36
2.15	Quadri di distribuzione Q-DIN	37
2.16	Setti tagliafiamma	38
2.17	Tubazioni	38

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE - IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI-

La presente relazione descrive le opere da realizzare per l'implementazione degli impianti elettrici e speciali a servizio delle aree denominate "Grande Scuderie" e "Citroniera", ubicate all'interno della struttura facente parte della Reggia di Venaria (TO).

1. PREMESSA

Il progetto ha per oggetto tutte le opere, prestazioni e forniture necessarie per l'installazione dei nuovi impianti elettrico (forza motrice) e speciale (trasmissione dati), nell'ambito dell'implementazione delle zone dell'edificio denominate "grande Scuderia" e "Citroniera", situate nella città di Venaria all'interno della struttura della Reggia.

Gli impianti e gli interventi da eseguire dovranno essere realizzati e terminati in ogni loro dettaglio e sono descritti nel documento "RT/IE - Relazione tecnica"; i contenuti prestazionali degli elementi previsti in progetto, sono precisati, sulla base di specifiche tecniche, nel presente documento.

Eventuali carenze nella documentazione di progetto allegata verranno colmate, in mancanza di specifiche indicazioni, dalla Ditta Installatrice, di concerto con il Progettista, la Direzione Lavori e il Committente, in modo che gli impianti siano forniti completi in ogni dettaglio e perfettamente funzionanti.

1.1 OGGETTO DEL PROGETTO

Le opere impiantistiche da realizzare sono suddivise per piano di intervento e di seguito elencate:

PIANO INTERRATO

- fornitura e posa in opera di nuove linee di alimentazione, realizzate mediante cavi FG7R + PE N07G9-K, sottese, mediante l'installazione di nuovi interruttori magnetotermici differenziali regolabili scatolati 4P 160A, al QGBT ubicato nella sottocentrale "Citroniera", per alimentazione nuovi blindo elettrificati 3P+N+T 160A che verranno ubicati nel piano sottotetto;
- fornitura e posa in opera di nuove linee di alimentazione, realizzate mediante cavi FG7R + PE N07G9-K, sottese, mediante l'installazione di nuovi interruttori magnetotermici differenziali regolabili scatolati 4P 125A, al QGBT ubicato nella sottocentrale "Citroniera", per alimentazione nuove torrette di potenza carrabili a scomparsa contenute ognuna n.1 presa CEE 3P+N+T 125A che verranno ubicate nel Cortile della Citroniera;
- fornitura e posa in opera di nuova linea di alimentazione, realizzata mediante cavo FG7(o)R, sottesa, mediante interruttore magnetotermico differenziale regolabile scatolato esistente di riserva 4P 63A, al QGBT ubicato nella sottocentrale "Citroniera", per alimentazione nuove torrette di potenza carrabili a scomparsa contenute ognuna n.1 presa CEE 3P+N+T 32A che verranno ubicate nel Cortile della Citroniera;

- fornitura e posa in opera di nuove linee di alimentazione, realizzate mediante cavi FG7(o)R, collegate mediante nuove spine di derivazione con contatti a pinza complete di sezionatori a blindo esistente 3P+N+T 400A, per alimentazione nuovi gruppi prese;
- fornitura e posa in opera di nuovi quadri gruppi prese, realizzati come indicato nell'elaborato grafico di progetto, alimentati da nuove linee elettriche di cui sopra, per predisposizione alimentazione pozzetti esistenti ubicati al piano interrato delle "Grandi Scuderia" e "Citroniera";
- prevedere la fornitura alla Committenza di n. 3 prolunghe elettriche, realizzate mediante cavo FG7(o)R 5G16mmq, attestate da un lato ad una spina e dall'altro ad una presa mobili 3P+N+T 63A, da utilizzare quando necessario nei pozzetti predisposti, collegandola ai gruppi presa di pertinenza. Le lunghezze delle stesse dovranno essere verificate, considerando un'adeguata ricchezza, ed approvate dalla Committenza e la D.L. in corso d'opera;
- prevedere la fornitura alla Committenza di n. 1 gruppo di continuità con potenza nominale di 15kVA, predisposto per ospitare al suo interno, in apposito vano, batterie d'accumulatori di tipo ermetico necessarie per garantire, in caso di intervento, un'autonomia di 1h, completo di cavo di alimentazione, realizzato mediante cavo FTG10(o)M1 5G10mmq, di lunghezza pari a 50mt;
- collegamento rete cablaggio strutturato da Rack esistente denominato "Centro Stella Citroniera Scuderie" con n. 2 nuovi Rack 19" da 12 unità, installati a muro, a servizio delle nuove PDL, composte da n.2 prese RJ45 Cat. 5e, predisposte al piano interrato ed all'interno dei pozzetti ubicati al piano terreno in scatole 503 da esterno;
- fornitura e posa in opera di nuove alimentazioni a servizio dei Rack descritti nel precedente punto, realizzate mediante cavi FG7(o)R, collegate mediante nuove spine di derivazione complete di fusibili di protezione a blindo di servizio esistente 2P+T 50A;
- fornitura di cavi UTP Cat. 5e a servizio delle PDL di cui sopra, posati all'interno di vie cavo esistenti e/o di nuova posa;
- prevedere la fornitura alla Committenza di patch cord UTP Cat. 5e a servizio dell'impianto di trasmissione dati;

PIANO TERRENO

- rimozione e recupero, come indicato sull'elaborato grafico di progetto, di prese interbloccate 2P+T 16A ubicate nei pozzetti e delle relative linee di alimentazione;
- fornitura e posa in opera di prese IEC309 3P+N+T 32A IP67 complete di fusibili, interblocco e fondo, da collocare all'interno dei pozzetti indicati a progetto, alimentate da nuove linee elettriche, realizzate mediante cavi FG7(o)R 5G6mmq attestate a spine mobili 3P+N+T 32A, che in caso di necessità verranno collegate al quadro gruppo prese di pertinenza ubicato al piano interrato. Le lunghezze delle linee elettriche a servizio delle singole prese dovranno essere verificate, considerando un'adeguata ricchezza, ed approvate dalla Committenza e la D.L. in corso d'opera;
- fornitura e posa in opera, all'interno dei pozzetti indicati nell'elaborato grafico di progetto di nuove PDL, composte da n.2 prese RJ45 Cat. 5e installate in scatole 503 da esterno;
- fornitura di cavi UTP Cat. 5e a servizio delle PDL di cui sopra, derivati dai nuovi Rack installati al piano interrato, posati all'interno di vie cavo esistenti e/o di nuova posa;
- prevedere la fornitura alla Committenza di patch cord UTP Cat. 5e a servizio dell'impianto di trasmissione dati;

- fornitura e posa in opera di access point per rete wireless, installati sulla cornice decorativa dei locali oggetto di intervento e collegati all'impianto esistente (Rack di pertinenza) mediante nuovo cavo UTP cat. 5e blu da esterno, posato all'interno di vie cavo esistenti;

PIANO SOTTOTETTO

- fornitura e posa in opera di blindo elettrificati 3P+N+T 160A installazione a vista a parete tramite appositi distanziali, completo di tutti gli accessori necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte, alimentati da nuove linee elettriche derivate dal QGBT ubicato al piano interrato all'interno della sottocentrale "Citroniera", predisposti per alimentazione nuovi gruppi prese;
- fornitura e posa in opera di nuove linee di alimentazione, realizzate mediante cavi FG7(o)R, collegate mediante nuove spine di derivazione con contatti a pinza complete di sezionatori ai blindo 3P+N+T 160A di nuova posa descritti nel punto precedente, per alimentazione nuovi gruppi prese;
- fornitura e posa in opera di nuovi quadri gruppi prese, realizzati come indicato nell'elaborato grafico di progetto, alimentati da nuove linee elettriche di cui sopra, per predisposizione alimentazione utenze a servizio dei futuri eventi che verranno ospitati nei locali ubicati al primo piano delle "Grandi Scuderia" e "Citroniera";
- prevedere la fornitura alla Committenza di n. 8 prolunghie elettriche, realizzate mediante cavo FG7(o)R 5G6mmq, attestate da un lato ad una spina e dall'altro ad una presa mobili 3P+N+T 32A, da utilizzare quando necessarie per alimentare le utenze a servizio dei futuri eventi, collegandole ai gruppi presa di pertinenza. Le lunghezze delle stesse dovranno essere verificate, considerando un'adeguata ricchezza, ed approvate dalla Committenza e la D.L. in corso d'opera;
- prevedere la fornitura alla Committenza di n. 4 prolunghie elettriche, realizzate mediante cavo FG7(o)R 3G6mmq, attestate da un lato ad una spina e dall'altro ad una presa mobili 2P+T 16A, da utilizzare quando necessarie per alimentare le utenze a servizio dei futuri eventi, collegandole ai gruppi presa di pertinenza. Le lunghezze delle stesse dovranno essere verificate, considerando un'adeguata ricchezza, ed approvate dalla Committenza e la D.L. in corso d'opera;
- prevedere la fornitura di sistemi realizzati mediante contattori NA 2P 16A, installato all'interno di scatole di derivazioni da esterno collegato tramite cavo FROR 2x1,5mmq, per il collegamento dei nuovi impianti di illuminazione, a servizio degli eventi che verranno ospitati nei locali ubicati al piano primo della struttura, alla serie della logica di comando dell'impianto di illuminazione di emergenza esistente;
- fornitura e posa in opera, nelle posizioni indicate a progetto di nuove PDL, composte da n.2 prese RJ45 Cat. 5e installate in scatole 503 da esterno. La numerazione delle nuove prese ubicate al piano sottotetto dovrà continuare come quella della rete esistente;
- fornitura di cavi UTP Cat. 5e a servizio delle PDL di cui sopra, derivati dal Rack a servizio dell'impianto di trasmissione dati esistente al piano sottotetto, posati all'interno di vie cavo esistenti e/o di nuova posa;
- prevedere la fornitura alla Committenza di patch cord UTP Cat. 5e a servizio dell'impianto di trasmissione dati e wi-fi;
- fornitura e posa in opera all'interno del Rack a servizio dell'impianto di trasmissione dati esistente al piano sottotetto di controller wireless per centralizzare gestione e sicurezza della nuova rete Wi-fi a servizio delle aree "Grande Scuderia" e "Citroniera", che sarà

garantita mediante nuovi access point, installati come indicato sugli elaborati grafici e collegati al sistema mediante le nuove postazioni di lavoro;

- Prevedere la connettorizzazione, fornendo tutto il materiale necessario (cassetti ottici, bussole SC, patch cord, etc...), di n. 2 cavi di fibra ottica multimodale a 12 fibre esistenti all'interno dei RACK ubicati ai piani semi interrato, primo e sottotetto;

CORTILE CITRONIERA

- fornitura e posa in opera di nuove torrette di potenza carrabili a scomparsa, realizzate come indicato nell'elaborato grafico di progetto, alimentate da nuove linee elettriche derivate dal QGBT ubicato al piano interrato all'interno della sottocentrale "Citroniera", per predisposizione alimentazioni gruppi prese a servizio degli eventi che verranno ospitati all'interno del cortile della Citroniera;
- prevedere la realizzazione della predisposizione, così come indicata sugli elaborati grafici di progetto, dell'impianto di illuminazione normale e di emergenza a servizio del cortile della Citroniera, composta da una nuova linea elettrica di alimentazione, sottesa al circuito esistente di illuminazione dei corpi illuminanti esistenti nel Viale verso Via Don Sapino, collocato all'interno di pozzetto esistente nel cortile, realizzata mediante cavo FTG10(o)M1 3G2,5mmq posata all'interno di vie cavo esistenti;
- prevedere la realizzazione della predisposizione, così come indicata sugli elaborati grafici di progetto, dell'impianto di illuminazione normale e di emergenza a servizio della via di esodo esterna dalla Citroniera, composta da una nuova linea elettrica di alimentazione, sottesa dall'interruttore MTD di nuova posa "Q45" (installato come da schemi unifilari di progetto), da collocare all'interno del QCS1 ubicato al piano interrato all'interno della sottocentrale Citroniera, realizzata mediante cavo FTG10(o)M1 3G2,5mmq posata all'interno di vie cavo esistenti;

Le prescrizioni di progetto serviranno alla Ditta Installatrice per la realizzazione dei lavori, integrando con quanto necessario o anche solamente utile a garantire il raggiungimento dei valori prescritti, garantendo il corretto funzionamento e la facile manutenzione degli impianti così come descritti.

I lavori dovranno essere eseguiti secondo le norme CEI vigenti e, inoltre, dovranno essere rigorosamente applicate, a cura e responsabilità della Ditta Installatrice, le Norme di legge esistenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Decreto Legislativo n.81 del 09/04/08), le prescrizioni impartite dall'Ispettorato del Lavoro, dalla Direzione Lavori o da qualsiasi altro Ente od Autorità competente.

La Ditta Installatrice è tenuta, quindi, a predisporre i relativi apprestamenti e cautele antinfortunistiche, ad uniformarsi scrupolosamente a qualsiasi altra Norma che possa essere successivamente emanata in merito ed assumere la piena responsabilità del suo operato, in caso che contravvenga a tali Norme.

1.2 RESPONSABILITÀ DELLA DITTA INSTALLATRICE

La Ditta dovrà fornire la più ampia garanzia per la realizzazione ed il funzionamento degli impianti.

Resta pertanto stabilito che né la fornitura del progetto esecutivo, né l'accettazione dei materiali durante i lavori, potranno mai essere invocati dalla Ditta per eliminare od attenuare la propria responsabilità.

1.3 OPERE PROVVISTE E SPESE INCLUSE NELLA FORNITURA

Il presente documento comprende tutte le indicazioni di massima necessarie per la fornitura, installazione e messa in opera degli impianti, che dovranno essere consegnati completi in ogni parte ed in condizioni di perfetto funzionamento, secondo le prescrizioni della parte tecnica del presente documento.

Si intendono comprese nella fornitura:

- la redazione del progetto costruttivo degli impianti elettrici e speciali e delle opere accessorie;
- la formazione del cantiere attrezzato e gli oneri del Decreto Legislativo n.81 del 09 aprile 2008;
- qualunque opera, provvista e spesa in genere, necessaria per ottenere gli impianti completi sotto ogni riguardo, intendendosi che ogni cosa, nel modo più ampio, è compresa nel prezzo convenuto e ciò indipendentemente da qualsiasi omissione od imperfezione della descrizione;
- la mano d'opera specializzata e/o qualificata e la manovalanza occorrente al completo montaggio in opera dei materiali, macchinari ed attrezzature;
- la mano d'opera e la manovalanza occorrente all'esecuzione di tracce e scassi nelle murature;
- tutti i fori necessari sui solai, coperture, pareti di tamponamento, ecc. anche se non chiaramente indicati sui disegni esecutivi;
- il ripristino delle eventuali caratteristiche REI di setti, solai o pareti attraversati dagli impianti;
- gli oneri derivanti da turni di lavoro straordinari, eventualmente necessari per mantenere i termini di consegna;
- tutti i trasporti dei vari macchinari nell'ambito dei piani d'installazione;
- tutti i mezzi d'opera, attrezzi necessari ai lavori tutti i materiali vari e minuti di consumo e tutta l'assistenza tecnica occorrente;
- smontaggio e rimontaggio di apparecchi o di parti dell'impianto per il loro eventuale trasporto in magazzini al fine di proteggerli da deterioramenti di cantiere o da offese che potrebbero arrecarvi lavori di verniciatura, ripresa intonaci, ecc. tutte le volte che occorre a giudizio insindacabile della Direzione Lavori degli impianti;
- protezione mediante fasciature o coperture degli stessi qualora non sia agevole il loro smontaggio in modo che, a lavoro ultimato, il materiale sia consegnato come nuovo;
- la mano d'opera, l'assistenza tecnica, le strumentazioni e le spese occorrenti per le prove ed i collaudi;

- tutte le imposte, tasse, diritti e contributi di qualunque genere inerenti e conseguenti alla fornitura ed alla installazione degli impianti;
- la fornitura e posa in opera di apposite targhette, con le indicazioni occorrenti per rendere facile l'esercizio e l'ispezione degli impianti anche a chi non ne abbia seguito la costruzione, nonché la fornitura di schemi funzionali corredati degli stessi riferimenti;
- la garanzia di tutti i materiali, del montaggio e del regolare funzionamento degli impianti;
- lo svolgimento, anche a nome e per conto dell'Ente appaltante, di tutti gli adempimenti, oneri e responsabilità relativi compresi, da condurre con le amministrazioni dei diversi enti locali, organi statali, Enti pubblici e privati che siano necessarie per le autorizzazioni alla costruzione, per il collaudo ed il funzionamento degli impianti, quali A.S.L., C.P.V., VV.F., INAIL (ex ISPESL), Ispettorato del Lavoro, ecc.; l'osservanza dei regolamenti e delle prescrizioni tecniche riferentesi agli impianti derivanti da leggi o norme delle autorità Nazionali, Regionali, Provinciali, Comunali, Genio Civile, Vigili del Fuoco, C.P.V., Ufficiale Sanitario, INAIL (ex ISPESL), C.E.I., A.S.L., ATI, etc., restando a carico dell'Impresa gli oneri per l'attuazione delle opere secondo norma e le eventuali multe e responsabilità civili e penali per inadempienza;
- garanzia per il perfetto funzionamento, l'integrità e il rendimento degli impianti per la durata di due anni a partire dal collaudo favorevole, con l'onere di riparare gratuitamente tutti i guasti dipendenti da errori di montaggio o di esecuzione, e di sostituire gratuitamente quei materiali non soggetti ad usura o consumo di sua fornitura e che risultassero inadatti o difettosi. Inoltre l'assuntore è tenuto a compiere, sempre gratuitamente, quelle modifiche e quei completamenti dipendenti dall'inosservanza delle norme e delle disposizioni legislative. L'impegno è valido anche se sui disegni di progetto e nella descrizione dei lavori mancassero precise indicazioni in merito. Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per le prove di collaudo e per le opere rese necessarie in caso di collaudo insufficiente per portare l'impianto alla perfetta rispondenza delle specifiche di capitolato in ossequio alla normativa vigente;
- la presenza continua in cantiere di uno o più responsabili degli impianti nonché quella saltuaria di un ingegnere o di un tecnico abilitato di provata capacità nel campo specifico e ben visto alla Direzione Lavori che dovrà comunque essere a disposizione della Direzione Lavori in qualsiasi momento fosse richiesta la sua presenza;
- la costruzione di magazzini provvisori per il deposito delle apparecchiature, materiali e mezzi necessari all'esecuzione dell'appalto, nonché la successiva loro demolizione o smontaggio con il conseguente allontanamento dei materiali di risulta non appena ultimati i lavori (solo quando a giudizio insindacabile della Direzione Lavori siano disponibili locali del Committente da adibire a magazzini, la Ditta sarà esonerata dalla loro costruzione);
- la sorveglianza degli impianti onde evitare danni o manomissioni da parte di operai di altre ditte che debbano eseguire lavori affidati alle medesime nei locali in cui detti impianti sono collocati, considerando sollevato il committente da qualsiasi responsabilità o controversia in merito;
- l'istruzione del personale addetto al funzionamento e alla normale manutenzione degli impianti;

Al termine dei lavori la Ditta Installatrice dovrà fornire al Committente, senza onere alcuno per quest'ultimo, la seguente documentazione:

- dichiarazioni di conformità secondo decreto 22/01/2008 n.37, completa di allegati;
- n.3 copie su carta e copia elettronica di tutti gli schemi dei quadri elettrici di nuova realizzazione e/o modificati in corso d'opera, riportante i dispositivi di protezione e comando, con la marca, la sigla di catalogo del costruttore, i relativi valori di grandezze nominali ed i valori regolati, i circuiti ausiliari con marca e sigla dei componenti, la numerazione delle morsettiere dei circuiti di potenza e dei circuiti ausiliari;
- n.3 copie su carta e copia elettronica dei disegni planimetrici dai quali risulti il posizionamento delle diverse apparecchiature, i percorsi delle condutture con la designazione delle loro dimensioni e l'individuazione delle linee in esse contenute;
- la fornitura di un fascicolo (da consegnare in due copie al termine dei lavori) con le complete istruzioni di esercizio e manutenzione, con allegati gli schemi, l'elenco dei pezzi di ricambio, nonché cataloghi, dati tecnici e libretti di manutenzione di tutti i materiali componenti gli impianti.

1.4 ONERI ED OBBLIGHI A CARICO DELLA DITTA INSTALLATRICE

Le apparecchiature ed i macchinari dovranno essere del tipo prescritto nella parte tecnica del presente documento.

La Ditta dovrà provvedere alla manutenzione ed a tutte le riparazioni di qualsiasi genere per tutto il periodo della gestione di garanzia degli impianti, ad eccezione dei guasti che fossero causati da negligenza, manomissione od altro da parte del personale del Committente.

Sono a carico della Ditta tutte le opere murarie che si rendessero necessarie in seguito a guasti e riparazioni successive, qualora si dimostri che tali guasti sono a Lei imputabili.

La Ditta dovrà rispondere in proprio di ogni danno che possa derivare, per causa delle sue opere e/o del suo personale, ai propri dipendenti od a terze persone, informando di tutti gli infortuni il Committente e per lui la Direzione Lavori.

La Ditta Installatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio o dai propri dipendenti, alle opere dell'edificio.

Il materiale in cantiere, sia o no posto in opera, si intende sempre affidato al personale della Ditta sino alla consegna dell'impianto che avverrà all'atto dell'accettazione.

La Ditta dovrà fornire in tempo debito i disegni costruttivi, in particolare quelli relativi alle opere in accessorie e relative apparecchiature, con sopra indicate le eventuali opere murarie come basamenti o altro.

1.5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE PRELIMINARI E DEI COLLAUDI FINALI

➤ VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

Durante l'esecuzione dei lavori e in modo che risultino completate subito dopo l'ultimazione dei lavori stessi, si effettueranno le seguenti verifiche e prove preliminari:

- verifica degli schemi elettrici e delle sezioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati delle linee e della disposizione in opera degli organi accessori;
- verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura dei materiali costituenti gli impianti corrisponda alle prescrizioni contrattuali;
- verifica preliminare intesa ad accertare che il montaggio dei componenti sia stato accuratamente eseguito e che il funzionamento di ciascun componente sia regolare e corrispondente ai dati prescritti;
- verifica dell'isolamento dei circuiti;
- verifica della corrispondenza tra fasi e colorazioni;
- verifica sfilabilità conduttori posati in tubo;
- verifica delle proprietà elettriche nei complessi installati con prove di isolamento e di caduta di tensione;
- prove di funzionamento e verifica di prestazioni.

Le verifiche e le prove preliminari di cui sopra saranno eseguite dalla Direzione Lavori in contraddittorio con la Ditta Installatrice.

Si intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, la Ditta Installatrice rimane responsabile delle disfunzioni che abbiano a riscontrarsi fino al termine del periodo di garanzia.

➤ MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI COLLAUDI

Oltre alle verifiche e alle prove preliminari, già illustrate, verrà effettuato un collaudo definitivo degli impianti che avrà luogo entro i primi tre mesi di esercizio continuo degli impianti.

Il collaudo definitivo avrà anche lo scopo di esaminare accuratamente gli impianti al fine di constatare la perfetta consistenza e la piena efficienza di ogni loro parte agli effetti della consegna definitiva.

Le verifiche da effettuarsi sull'impianto ultimato saranno le seguenti:

- accurata esecuzione e finizione;
- misura della resistenza di isolamento;
- verifica della corretta esecuzione dei circuiti di protezione contro la tensione di contatto;
- verifica funzionamento circuiti ausiliari e protezione;
- verifica equilibratura e ripartizioni carichi ed esatta taratura protezioni;
- verifica sfilabilità conduttori posati in tubo;
- verifica della caduta di tensione;
- verifica del tempo di intervento dei differenziali.

1.6 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RIGUARDANTI I MATERIALI

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati:

- siano di prima scelta;
- siano nuovi, di primo impiego;
- rispettino quanto riportato nei disegni di progetto ;
- abbiano tutte le protezioni richieste dalle Norme antinfortunistiche nel relativo campo;
- per quanto riguarda gli impianti elettrici:
 - rispondano a tutti i requisiti riportati alle Norme CEI;
 - portino il contrassegno CEI se ammessi ad esso;
 - portino il contrassegno IMQ se considerati dall'Istituto Marchio di Qualità;
 - siano normalizzati alle voci e misure riportate nelle tabelle UNEL, se non definiti altrimenti;
- portino il contrassegno CE se normati a livello europeo.

Le eventuali indicazioni di marchi commerciali per alcune forniture non sono prescrittive; tuttavia tali forniture non potranno essere sostituite con altre di qualità, durata e valore commerciale inferiori, e comunque solo previo parere della Direzione Lavori, e ciò esclusivamente per garantire il medesimo livello di prestazioni.

Le campionature di provviste per opere di finitura dovranno essere approvate con appositi verbali di accettazione da parte della Direzione Lavori prima della fornitura e ancor più prima della messa in opera; quando la Direzione Lavori avrà rifiutato qualche provvista, perché non ritenuta idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla a suo onere con altra che risponda ai requisiti voluti, e i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a sua cura e spese.

Per le caratteristiche costruttive dei materiali principali e dei loro requisiti, si rimanda alla parte tecnica del presente documento.

2. MODALITA' DI ESECUZIONE E SPECIFICHE SUI MATERIALI

2.1 ACCESSORI PER APPARECCHI Componibili PER USI CIVILI

Telaio

- Realizzato in materiale plastico autoestinguente con possibilità di installare da 1 a N elementi componibili.
- Realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi. Struttura meccanica robusta atta a facilitare il bloccaggio rapido degli apparecchi, fissata alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola.

Placca

- Fissata al telaio mediante sistema a scatto.
- Estrazione a mezzo di un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI.
- Le placche saranno in tecnopolimero od in metallo, secondo le indicazioni della Committenza, colore da scegliere in fase di esecuzione lavori.

Scatola di contenimento

- In materiale termoplastico rigido di colore bianco per il contenimento dei frutti componibili.
- Dimensioni adeguate al tipo di telaio necessario (es. da 1 a 3 o da 4 a N) secondo i casi, installazione a parete.

Esecuzione stagna

- Accessori opportuni in modo da ottenere, per le apparecchiature, il grado di protezione richiesto.
- Placche fornite di membrana e guarnizione di tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili. (es. prese). Il grado di protezione non inferiore a IP54 e comunque rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

2.2 APPARECCHIATURE QUADRI BT

Le apparecchiature principali montate nei quadri elettrici BT e nei quadri gruppi prese dovranno essere adeguate alle caratteristiche di progetto riportate negli schemi elettrici, dovranno essere munite di etichetta indelebile indicante il circuito protetto e dovranno avere le seguenti caratteristiche.

➤ **INTERRUTTORI AUTOMATICI**

Generalità

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra loro intercambiabili in modo da assicurare la massima continuità di servizio; per tale motivo gli interruttori di arrivo dovranno avere lo stesso potere di interruzione di quelli di partenza.

Il congiuntore dovrà avere caratteristiche uguali agli interruttori di arrivo.

Tipi

Gli interruttori con corrente superiore a 1250 A, dovranno essere di tipo aperto.

Gli interruttori di partenza saranno di tipo scatolato fino a 1250 A, oltre dovranno essere di tipo aperto salvo differenti indicazioni poste sullo schema unifilare, mentre quelli con corrente inferiore o uguale a 63 A potranno essere di tipo modulare.

Tutti gli interruttori di tipo APERTO dovranno avere la custodia esterna in materiale metallico e la gamma dovrà coprire un range da 800 A a 6300 A con la stessa profondità ed altezza. Gli interruttori nella versione a quattro poli, dovranno avere la taratura del neutro normalmente al 50% della taratura delle fasi, con possibilità di regolazione al 100% (per correnti fino a 3200 A). Ai fini della sicurezza, tali interruttori dovranno avere la netta separazione tra il circuito di potenza ed il circuito di comando, garantire il doppio isolamento, avere la segregazione delle fasi e permettere l'ispezionabilità delle camere d'arco e dei contatti principali. Negli interruttori selettivi, la I_{cw} (corrente ammissibile di breve durata) a 1s deve essere almeno il 75% della I_{cu} (potere di interruzione nominale in corto circuito) per correnti inferiori a 4000 A.

Gli interruttori di tipo SCATOLATO dovranno avere i circuiti ausiliari segregati elettricamente dai circuiti di potenza e dovranno poter essere installati ed ispezionati dal fronte dell'apparecchio senza togliere il coperchio di protezione. I circuiti di potenza, e quindi le camere di interruzione, dovranno poter essere a loro volta ispezionati togliendo il suddetto coperchio in modo da poter rendere visibile lo stato di usura dei contatti. Tutti gli altri accessori installabili anche in seguito alla messa in opera del quadro dovranno poter essere applicati senza comportare alcuna sostituzione dei componenti base dell'interruttore e del quadro stesso. Per i limitatori il potere di interruzione nominale di servizio in corto circuito I_{cs} dovrà essere uguale al potere di interruzione nominale I_{cu} che è pari a 200 kA a 400 V.

Gli interruttori di tipo MODULARE dovranno avere involucro autoestinguente: certificato UL94 carta gialla per il massimo grado di autoestinguenza (grado V_0 a spessore di 1,6 mm) ed essere stati sottoposti al controllo dell'istituto DARMSTAD; inoltre dovrà essere stata verificata l'opacità dei fumi e l'atossicità dei gas. Essi dovranno avere meccanica autoportante che comporta la mancanza di vincolo meccanico tra involucro e componenti meccanici interni.

Tutti gli interruttori dovranno essere predisposti per ricevere i blocchi necessari e dovranno essere dotati di accessori come più avanti descritto e quelli in esecuzione estraibile dovranno essere "estratti" con apposito attrezzo a portella del quadro chiusa per garantire la massima sicurezza dell'operatore.

Esecuzioni

Tutti gli interruttori dovranno essere in esecuzione fissa od estraibile.

Gli interruttori in esecuzione ESTRAIBILE dovranno poter assumere le seguenti posizioni rispetto alla relativa parte fissa, determinate da altrettante posizioni fisiche dell'interruttore:

- inserito: circuiti principali di potenza e circuiti ausiliari collegati;
- estratto: circuiti principali e ausiliari scollegati, l'interruttore è ancora nella cella;
- rimosso: circuiti principali e circuiti ausiliari scollegati, l'interruttore è asportato dalla cella.

Unità di protezione e misure

Tutti gli interruttori dovranno essere dotati di protezione di massima corrente sulle tre fasi e, quando previsto, in egual misura anche sul neutro.

Gli interruttori di tipo APERTO dovranno essere dotati di sganciatori di protezione da sovracorrente a microprocessore sensibili al vero valore efficace della corrente di guasto ed essere autoalimentati, poter funzionare cioè senza alimentazione ausiliaria.

Le prestazioni dei suddetti sganciatori dovranno essere le seguenti:

protezione L	range $I_1 = 0.4 \div 1 I_n$ $T_{int} \quad t_1 = 3s \div 144s \text{ a } 3 I_1$
protezione S	range $I_2 = 0.6 \div 10 I_n$ $T_{int} \quad t_2 = 0 \div 0.75 s \text{ a } 10 I_n$ tempo dipendente/indipendente
protezione I	range $I_3 = 1.5 \div 15 I_n$
protezione G	range $I_4 = 0.2 \div 1 I_n$ $T_{int} \quad t_4 = 0.1 \div 1s \text{ a } 4 I_n$ tempo dipendente/indipendente

Dovrà essere possibile la selettività di zona in caso di cortocircuito e guasto a terra al fine di garantire una minima sezione di impianto fuori servizio.

Gli sganciatori di protezione degli interruttori aperti potranno essere dotati di unità di dialogo, alimentata da sorgente esterna e di unità di misura (allocata sul fronte dell'apparecchio) delle principali grandezze meccaniche (molle, aperto, chiuso, usura contatti ecc.) e delle correnti.

Gli interruttori di tipo SCATOLATO con corrente nominale ininterrotta superiore a 160 A dovranno essere dotati di sganciatori di protezione elettronici, o superiore e uguale a 250 A nel caso che siano limitatori con p.i. pari a 200 kA a 400 V, dovranno essere dotati di sganciatori di protezione da sovracorrente a microprocessore sensibili al vero valore efficace della corrente di guasto. Inoltre quelli con corrente nominale superiore a 400 A dovranno appartenere alla categoria di utilizzazione B secondo la norma EN 60947-2.

Le prestazioni dei suddetti sganciatori dovranno essere le seguenti:

protezione L	range $I_1 = 0.4 \div 1 I_n$ $T_{int} \quad t_1 = 3s \div 18s \text{ a } 6 I_1$
protezione S	range $I_2 = 1 \div 10 I_n$ $T_{int} \quad t_2 = 0.05 \div 0.5 s \text{ a } 8 I_n$ tempo dipendente/indipendente
protezione I	range $I_3 = 1.5 \div 12 I_n$
protezione G	range $I_4 = 0.2 \div 1 I_n$ tempo dipendente/indipendente

Tali relè di protezione dovranno essere alimentati dai trasformatori di corrente interni all'interruttore ad eccezione dei moduli con funzione di misura e dialogo i quali potranno essere alimentati da sorgente ausiliaria.

I moduli per le funzioni di misura e dialogo, come più avanti descritto, dovranno essere montati all'interno del relè di protezione per interruttori scatolati con I_n maggiore o uguale 630 A, mentre per gli interruttori scatolati con I_n minore di 630A potranno essere montati separatamente (mantenendo comunque le stesse dimensioni) ma ad essi collegati per mezzo di un apposito cavetto di alimentazione e comunicazione con l'unità di protezione.

La funzione di dialogo sia degli interruttori aperti che di quelli scatolati, abilitabile direttamente dall'unità di protezione, dovrà rendere disponibili dal bus di campo (uscita RS485 con velocità di trasmissione max 19200 baud) tutte le informazioni di misura presenti sull'unità di controllo e/o di protezione e di tutte le informazioni sullo stato sia dell'interruttore che dello sganciatore (preallarme/ allarme/ scattato relè). Dovrà inoltre essere in grado di ricevere dal sistema centrale le informazioni di parametrizzazione dello sganciatore di protezione ed i comandi apertura e chiusura dell'interruttore. I relè protezione a microprocessore dovranno essere conformi alle norme IEC 801/3 riguardanti l'immunità elettromagnetica delle apparecchiature di protezione.

Gli interruttori di tipo SCATOLATO con corrente nominale minore a 250 A dovranno essere dotati di sganciatori di protezione da sovracorrente termomagnetici.

Le prestazioni dei suddetti sganciatori dovranno essere le seguenti:

protezione termica	range $I_{th} = 0.7 \div 1 I_n$ tempo dipendente
protezione magnetica	range $10 I_{th}$ (o $5 I_{th}$)

Gli interruttori di tipo MODULARE dovranno essere dotati di relè di protezione termomagnetici.

Là dove richiesto dagli schemi unifilari, gli interruttori scatolati termomagnetici tradizionali e gli interruttori modulari dovranno essere dotati di protezione differenziale.

Per gli interruttori di tipo *scatolato* dotati da sganciatore termomagnetico la protezione differenziale dovrà poter essere scelta tra quelle "non selettiva" e quella selettiva avendo così a disposizione cinque differenti possibilità (come da schemi unifilari):

a) sganciatore differenziale polarizzato istantaneo per montaggio affiancato sugli interruttori tetrapolari in esecuzione fissa e corrente nominale massima di 125 A, con soglie di intervento $I_{Dn} = 300 - 500$ mA e di classe AC (idoneo per correnti sinusoidali) dotato inoltre di tasto di prova.

Lo sganciatore agisce direttamente sul meccanismo di sgancio dell'interruttore tramite un pistone e viene fissato al corpo dell'interruttore con opportuni leverismi per rendere solidale il corpo interruttore + differenziale;

b) sganciatore differenziale elettronico non selettivo con regolazione della corrente differenziale 0.03 - 0.1 - 0.3 A adatto per montaggio affiancato o sottoposto sugli interruttori scatolati tetrapolari e funzionante con una sola fase alimentata;

c) sganciatore differenziale elettronico selettivo con regolazione della corrente differenziale $0.03 \div 3$ A e con tempi di intervento regolabili tra 0 e 1.5 s, adatto per montaggio affiancato o sottoposto sugli interruttori scatolati tetrapolari e funzionante con una sola fase alimentata;

d) sganciatore elettronico da quadro selettivo con le seguenti caratteristiche:

$$I_{Dn1} = 0.03 \div 0.5 \text{ A con } T_{int} = 0 \div 5 \text{ s}$$

$$I_{Dn2} = 1 \div 30 \text{ A}$$

Con soglia di preallarme impostabile dal 25 al 75% di I_{Dn} ed accoppiabile a diversi trasformatori toroidali sia chiusi che apribili con diametro variabile da 60 a 210 mm.

e) sganciatore differenziale incorporato o incorporabile al corpo degli interruttori modulari in modo affiancato con opportuni blocchi per impedire l'errato accoppiamento dello sganciatore differenziale con interruttori di corrente nominale inferiore e opportuni leverismi che rendono solidali i due corpi.

Comandi

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo diretto a mano con leva a scatto rapido avente manovra indipendente dall'operatore conforme alle Norme CEI 16-5 e CEI 64-8/5.

In particolare il comando degli interruttori di tipo scatolato dovrà essere a manovra manuale a sgancio libero indipendente dalla pressione sulla leva e dalla velocità dell'operatore.

Ove previsto dovrà essere adottato un comando a motore ad azione diretta in apertura e chiusura per gli interruttori con $I_n < 630$ A e del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate per interruttori con $I_n \geq 630$ A.

Il comando degli interruttori aperti dovrà essere ad energia accumulata per mezzo di molle precaricate automaticamente per mezzo di apposito motoriduttore.

Prove

Gli interruttori dovranno essere collaudati presso la fabbrica del costruttore in conformità alle Norme CEI 17-5 V edizione (fascicolo 1913E); inoltre dovranno essere forniti di certificati di prove di tipo su apparecchi simili effettuate nei laboratori del costruttore (in regime ACAE/LOVAG), in particolare per le seguenti prove:

- riscaldamento;
- breve durata;
- potere di interruzione e di chiusura;
- isolamento ad impulso ed a frequenza industriale.

➤ **INTERRUTTORI DI MANOVRA-SEZIONATORI**

Là dove è richiesto dagli schemi unifilari, dovrà essere possibile usare, come dispositivi generali del quadro, interruttori di manovra-sezionatori che potranno essere derivati dagli interruttori sopra descritti.

Gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno avere potere di chiusura non inferiore a 3 kA. Altrimenti gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno far parte di una gamma di apparecchi con correnti nominali comprese tra 25 A e 3150 A e disponibili sia in versione tetrapolare che tripolare.

➤ **CONTATTORI**

Tutti i contattori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra di loro intercambiabili e consentire il montaggio di contatti ausiliari sotto forma di blocchetti aggiuntivi inseribili/asportabili anche in tempi successivi. Gli accessori dovranno essere montati sul fronte ed essere intercambiabili per le diverse taglie dei contattori allo scopo di ridurre i tempi di manutenzione. La numerazione dei morsetti dovrà essere secondo la norma EN 50012. I contattori dovranno essere montati indifferentemente a parete o su guida DIN 35mm. I relé termici potranno essere montati direttamente sui contattori o, in caso di necessità, anche separatamente tramite apposito accessorio e saranno equipaggiabili con:

- contatti ausiliari: 1 NA di segnalazione numerato 97 – 98
 1 NC di intervento numerato 95 – 96

2.3 ASSISTENZE MURARIE

Assistenze murarie alla installazione degli impianti comprendenti tutte le operazioni necessarie alla posa in opera dei medesimi quali:

- basamenti e cunicoli;
- scavi, reinterri e ripristini;
- fori, tracce, asole e ripristini;
- pozzetti e accessori;
- sigillature degli attraversamenti di pareti REI con materiale intumescente omologato di pari resistenza;
- lavorazioni accessorie e quanto altro necessario per dare il tutto completamente funzionante e finito a regola d'arte.

2.4 CANALINE ASOLATE

Le passerelle dovranno essere in lamiera di acciaio del tipo conforme alle vigenti prescrizioni e Normative UNI riguardanti i laminati.

Dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni della Norma CEI 23-31.

Le principali caratteristiche sono di seguito elencate:

- tipo zincato a caldo o zincato Sendzmir, per installazione in vista;
- continuità elettrica delle canalizzazioni realizzata ad ogni giunzione;
- mensole di sostegno zincate a fuoco non sottoposte ad operazioni con utensili;
- cavi posati ordinatamente affiancati su massimo due strati, altrimenti più piani di passerelle con interdistanza minima di 30cm;
- nei tratti inclinati o verticali fissaggio dei cavi alla passerella tramite collari plastici autobloccanti;
- morsetti di serraggio completi di sella di appoggio alle parti metalliche e adatti per la interconnessione di materiali conduttori di diversa natura;
- contrassegni per l'individuazione immediata dei cavi realizzati con targhette in PVC indicanti il tipo di impianto o di servizio; passo targhette: 30m; fissaggio: con collare plastico.

E' ammesso l'utilizzo di elementi sia zincati sia smaltati, che garantiscano comunque la continuità elettrica tra tutti i componenti.

Sulle passerelle sono ammessi solo cavi con guaina.

Le passerelle dovranno essere fissate, mediante bulloni, ad apposite staffe, le quali dovranno essere installate con un passo non superiore ad 1,5 metri.

Tutti i tasselli per il fissaggio delle staffe di sostegno delle passerelle dovranno essere di tipo metallico, dimensionati in modo tale da sopportare, agevolmente e con sicurezza, il peso delle passerelle complete del carico dei cavi.

La freccia dovuta alla deformazione della passerella non deve superare il 5% della campata nelle condizioni di carico suddette.

Poiché le passerelle sono generalmente costituite da pezzi di 3 m, è importante verificare il loro comportamento quando la giunzione viene a posizionarsi nel centro della campata. L'elemento di giunzione, formato da una piastra imbullonata esternamente ai due profilati da congiungere, deve avere anch'esso una forma analoga a quella del profilato laterale. I bulloni devono essere almeno otto (quattro per ogni estremità) in modo da costituire un elemento di giunzione sufficientemente rigido.

Un'attenta verifica deve altresì essere riservata per gli accessori delle passerelle ed in particolare per le curve, sia in piano sia in verticale (il loro raggio di curvatura va stabilito in modo da non costringere i cavi a raggi di curvatura eccessivamente ridotti - vedasi la Guida CEI 20-40, "Guida per l'uso di cavi in bassa tensione").

2.5 CANALINE METALLICHE

I canali metallici dovranno essere in lamiera di acciaio del tipo conforme alle vigenti prescrizioni e Normative UNI riguardanti i laminati.

Dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni della Norma CEI 23-31 e della Norma CEI EN 60529.

Le principali caratteristiche sono di seguito elencate:

- canaline in lamiera di acciaio con spessore di 15/10mm sino a 600mm di larghezza;
- tipo zincato a caldo o zincato Sendzmir, per installazione in vista;
- continuità elettrica delle canalizzazioni realizzata ad ogni giunzione;
- mensole di sostegno zincate a fuoco non sottoposte ad operazioni con utensili;
- giunti, curve e diramazioni non ad angolo retto;
- cavi posati ordinatamente affiancati su massimo due strati, altrimenti più piani di passerelle o canaline con interdistanza minima di 30cm;
- nei tratti inclinati o verticali fissaggio dei cavi alla passerella o canaline tramite collari plastici autobloccanti;
- morsetti di serraggio completi di sella di appoggio alle parti metalliche e adatti per la interconnessione di materiali conduttori di diversa natura;

- contrassegni per l'individuazione immediata dei cavi realizzati con targhette in PVC indicanti il tipo di impianto o di servizio; passo targhette: 30m; fissaggio: con collare plastico.

E' ammesso l'utilizzo di elementi sia zincati sia smaltati, che garantiscano comunque la continuità elettrica tra tutti i componenti.

In ogni caso dovrà trattarsi di un sistema di distribuzione completo, comprendente elementi diritti, curve, raccordi di vario genere, incroci sia piani che verticali, derivazioni e giunzioni, coperchi, testate di chiusura, piastrine per giunzioni speciali, giunti articolati, mensole, supporti a parete ed a soffitto, clips, separatori ed ogni altra minuteria occorrente.

Inoltre il sistema dovrà essere composto da parti di varia grandezza compatibili e componibili tra loro senza dover effettuare alcuna modifica meccanica dei pezzi.

I canali dovranno essere dotati di coperchio che assicuri un grado di protezione minimo non inferiore ad IP40; dovrà inoltre essere prevista la possibilità, qualora le condizioni e gli ambienti di installazione lo richiedano, di aumentare il grado di protezione fino al grado IP55.

Il sistema di guarnizioni e giunti necessario a tale scopo dovrà essere certificato dalla casa costruttrice.

I canali dovranno essere fissati, mediante bulloni, ad apposite staffe, le quali dovranno essere installate con un passo non superiore a 2 metri.

Tutti i tasselli per il fissaggio delle staffe di sostegno dei canali dovranno essere di tipo metallico, dimensionati in modo tale da sopportare, agevolmente e con sicurezza, il peso dei canali completi del carico dei cavi.

Internamente ai canali non sarà ammesso effettuare giunzioni e derivazioni dei conduttori; queste ultime dovranno essere realizzate in apposite cassette di derivazione aventi grado di protezione meccanico adeguato, quindi, corredate di imbrocchi e pressacavi o pressatubi.

2.6 CANALINE PORTACAVI E/O PORTAPPARECCHI IN MATERIALE PLASTICO

L'impiego dei canali portacavi e/o portapparecchi è previsto per le installazioni "in vista", in tutti quei casi nei quali è possibile detto tipo di realizzazione, in considerazione dei seguenti vantaggi:

- semplicità e rapidità di installazione,
- non necessità di opere murarie,
- facilità di esercizio e manutenzione;
- contenimento dei costi.

I canali plastici dovranno rispondere alle prescrizioni della Norma CEI 23-19 e successiva variante V1, nonché della Norma CEI 23-32.

I canali dovranno essere composti da un corpo e coperchio, costruito in PVC di tipo autoestinguento grado V0, resistenza al fuoco classificazione M1 secondo CSTB, completo di

eventuali setti separatori degli accessori di interconnessione necessari per il montaggio, e degli accessori per integrazione tra le diverse linee di installazione.

I canali prescelti si possono così esemplificare:

- battiscopa;
- cornice;
- canale a parete portacavi e/o portapparecchi
- minicanali.

Le caratteristiche costruttive e di impiego devono essere quelle di seguito indicate.

➤ **CANALI A PARETE PORTACAVI E PORTAPPARECCHI**

Il sistema di canali, in connessione alle scelte ed all'impiego, dovrà avere la seguente tipologia:

- a) canale multifunzionale;
- b) canale a base piana;
- c) canale con separatore fisso;
- d) canale con guide.

In riferimento alla tipologia prescelta, i canali dovranno avere le seguenti caratteristiche.

Canale multifunzionale

Canale con possibilità di impiego sia come portacavi che come portapparecchi, completo di accessori di interconnessione ed integrabile con le altre linee di installazione.

Corpo del canale con fori ogni 20 cm circa per fissaggio a parete; coperchio smontabile con attrezzo.

Il sistema dovrà consentire un rapido fissaggio dei componenti e di eventuali separatori, e dovrà essere dotato di scatole portapparecchi per installazioni sia elettriche che relative ad impianti speciali.

Il montaggio di quanto sopra dovrà avvenire tramite l'utilizzo di apposite asole di fissaggio predisposte sul fondo del canale.

Grado di protezione del sistema IP4X.

Dimensioni indicative:

- altezza (mm) 40 per larghezza (mm) 60/80/100/120;
- altezza (mm) 60 per larghezza (mm) 60/80/100/120/150/200;
- altezza (mm) 80 per larghezza (mm) 100/120/150/200.

Canale a base piana

Sistema portacavi con possibilità di fissaggio di separatori e scatole mediante idonea piastra, completo di accessori di interconnessione ed integrabile con le altre linee di installazione.

Corpo a base piana con foratura ogni 20 cm circa per fissaggio a parete.

Grado di protezione del sistema IP4X.

Dimensioni indicative:

- altezza (mm) 25 per larghezza (mm) 30;
- altezza (mm) 40 per larghezza (mm) 40/60/80/120;

- altezza (mm) 60 per larghezza (mm) 60/80/120/150/200;
- altezza (mm) 80 per larghezza (mm) 100/120/150/200.

Canale con separatore fisso

Sistema portacavi con un separatore fisso coestruso, dovrà avere la possibilità di fissaggio di altri separatori e scatole mediante idonea piastra; dovrà altresì essere completo di accessori di interconnessione ed integrabile con le altre linee di installazione.

Corpo a base piana e coperchio smontabile con attrezzo.

Grado di protezione del sistema IP4X.

Dimensioni indicative:

- altezza (mm) 40 per larghezza (mm) 60/80/100/120;
- altezza (mm) 60 per larghezza (mm) 60/80/100/120/150;
- altezza (mm) 80 per larghezza (mm) 100/120/150/200.

Canale con guida

Corpo completo di guida DIN con possibilità di fissaggio componenti interni e di separatori, completo di accessori di interconnessione ed integrabile con le altre linee di installazione.

Foratura base del canale ogni 20 cm circa. Coperchio smontabile con attrezzo; grado di protezione IP4X.

Dimensioni indicative:

- altezza (mm) 40 per larghezza (mm) 100/120;
- altezza (mm) 60 per larghezza (mm) 120/150/200.

2.7 CASSETTE DI DERIVAZIONE E SCATOLE

Le cassette impiegate dovranno essere conformi alla Norma CEI 23-48.

Le cassette e le scatole possono essere di vario tipo a seconda dell'impianto previsto (incassato, a vista, stagno).

Devono comunque essere largamente dimensionate in modo da renderne facile e sicura la manutenzione ed essere munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi e/o canali.

Quelle da incasso devono essere in resina con coperchio in plastica fissato con viti.

Tutte le cassette per gli impianti in vista, sottopavimento ed all'interno di controsoffitti devono essere metalliche del tipo in fusione o in materiale isolante autoestinguente molto robusto, con un grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione, con imocchi ad invito per le tubazioni, con passacavi o con pressacavi.

Le cassette in lega leggera devono avere imocchi filettati UNI-ISO 7/1, oppure 6125 AD.PE, per connessioni a tubi in acciaio zincato.

Le cassette metalliche devono avere un morsetto per la loro messa a terra.

Le cassette devono essere di tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi.

Nella posa deve in ogni caso essere allineato il filo inferiore di tutte le cassette installate nel medesimo ambiente.

Devono avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

Particolare cura deve essere posta per l'ingresso e l'uscita dei tubi, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole infilaggio dei conduttori.

Le cassette e le scatole di derivazione devono essere munite di morsettiere di derivazione in materiale ceramico, nei casi in cui siano interessati circuiti con cavi resistenti al fuoco secondo CEI 20-36 e autoestinguenti nei rimanenti casi.

Non è ammesso collegare o far transitare nella stessa cassetta conduttori anche della stessa tensione, ma appartenenti ad impianti o servizi diversi (luce, FM, ausiliari, telefono).

In alcuni casi, dove espressamente citato, una cassetta può essere utilizzata per più circuiti; devono essere previsti in tal caso scomparti separati. Il contrassegno sul coperchio viene applicato per ogni scomparto della cassetta.

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette deve essere applicato un contrassegno da stabilire con la Direzione Lavori per indicare l'impianto di appartenenza (luce, FM, ecc.) e per precisare le linee che l'attraversano.

Le giunzioni tra i conduttori dovranno essere effettuate nelle cassette impiegando morsetti opportuni (morsetti del tipo a cappuccio) o morsettiere fisse.

E' tassativamente proibito l'impiego di morsetti di tipo autospellante.

Non è ammesso realizzare giunzioni con nastrature.

Non è ammesso realizzare giunzioni dei conduttori all'interno delle scatole portafrutti.

2.8 CAVI E CONDUTTORI BT

Le linee di alimentazione degli impianti, derivate dai quadri elettrici BT o dai blindo esistenti e di nuova posa, dovranno avere le caratteristiche di seguito elencate.

➤ ISOLAMENTO DEI CAVI

I cavi elettrici per energia utilizzati nella parte di impianto di categoria I dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra (U_0) e tensione nominale (U) non inferiori a 450/750 V (sigla 07) per i circuiti di potenza a bassa tensione; quelli utilizzati per i circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti per tensione U_0/U non inferiori a 300/500 V (sigla 05).

Tutti i cavi utilizzati dovranno essere del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi (CEI 20-22, 20-37, 20-38).

➤ COLORI DISTINTIVI DEI CAVI E LORO IDENTIFICAZIONE

Se non diversamente indicato nella Norma CEI 64-8/5 art. da 514.3.2 a 514.3.8, l'identificazione dei conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti deve essere conforme a quanto previsto dalla Norma CEI EN 60446 vigente (Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici).

Il conduttore di neutro o di punto mediano deve essere contraddistinto dal colore blu per tutta la sua lunghezza (CEI 64-8 art. 514.3.2).

Il conduttore di protezione deve essere contraddistinto esclusivamente dalla combinazione bicolore giallo-verde e questa combinazione non deve essere usata per altri scopi, per tutta la loro lunghezza (CEI 64-8 art. 514.3.3).

I conduttori di fase, dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori nero, grigio e marrone (CEI 64-8 art. 514.3.6).

Tutte le linee dorsali dei circuiti, all'inizio ed al termine, dovranno essere contraddistinte da etichette riportanti la sigla o la denominazione del servizio effettuato, le medesime dovranno essere leggibili ed indelebili.

➤ **SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI DI FASE**

Le sezioni minime dei conduttori impiegati dovranno essere le sezioni minime indicate sugli elaborati di progetto, in ogni caso non devono essere superati i valori di portata ammessi, per le varie sezioni, tipi di conduttori, condizioni di posa e condizioni ambientali, dalla Tabella 52E della Norma CEI 64-8/5, articolo 524.1).

I cavi dovranno essere protetti a monte dalle sovracorrenti tramite interruttori magnetotermici o fusibili.

➤ **SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI DI NEUTRO**

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase (CEI 64-8/5 art. 542.2):

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifase (e nei circuiti monofase a tre fili) quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

Nei circuiti polifase in cui i conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni (CEI 64-8/5 art. 542.3):

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possano percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

➤ **SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE**

La sezione minima del conduttore di protezione deve essere in accordo con quanto riportato nella tabella sottostante.

Sezione dei conduttori di fase ($S - \text{mm}^2$)	Sezione minima del conduttore di protezione ($S_p - \text{mm}^2$)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

Nota: quando il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di:

- $2,5 \text{ mm}^2$ se è protetto meccanicamente
- 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

➤ **CONDUTTORI PER GLI IMPIANTI SPECIALI**

I cavi, per gli impianti speciali, dovranno avere sezioni superiori od uguali alle sezioni consigliate dal Costruttore delle apparecchiature ; tutti i cavi per impianti ausiliari dovranno essere del tipo non propagante l'incendio, conformi alle Norme CEI 20-22.

➤ **CONDIZIONI DI POSA**

Durante le operazioni di posa gli sforzi meccanici non dovranno essere applicati all'isolamento, ma alle anime dei conduttori, per i quali non si dovrà superare sollecitazioni superiori a 60 N per mm^2 .

Durante le operazioni di posa la temperatura non dovrà essere inferiore a 0°C per cavi isolati in PVC Questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente ; se quindi i cavi sono rimasti a lungo a bassa temperatura occorrerà che essi siano fatti stazionare in ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 0°C per un congruo numero di ore e posati entro un tempo tale che, la temperatura della guaina non scenda sotto detto valore.

Il raggio minimo di curvatura dei conduttori non dovrà essere inferiore a 12 volte il diametro esterno del cavo.

➤ TIPO DI POSA

I tipi di posa delle condutture in funzione dei tipi di cavi utilizzati, dovranno essere in accordo con la tabella estratta dalla Norma CEI 64-8, di seguito riportata.

Scelta dei conduttori e dei cavi in funzione dei tipi di posa

LEGENDA:

- + permesso;
- non permesso;
- non applicabile o non usato in genere nella pratica

Conduttori e cavi		Tipo di posa			
		Senza fissaggi	Fissaggio diretto su parete	Tubi protettivi (di forma circolare)	Canali (compresi i canali incassati nel pavimento)
Conduttori nudi		-	-	-	-
Cavi senza guaina		-	-	+	+
Cavi con guaina (compresi i cavi provvisti di armatura e quelli con isolamento minerale)	Multipolari	+	+	+	+
	Unipolari	□	+	+	+

Conduttori e cavi		Tipo di posa			
		Tubi protettivi (di forma non circolare)	Passerelle e mensole	Su isolatori	Con filo o corda di supporto
Conduttori nudi		-	-	+	-
Cavi senza guaina		+	-	+	-
Cavi con guaina (compresi i cavi provvisti di armatura e quelli con isolamento minerale)	Multipolari	+	+	□	+
	Unipolari	+	+	□	+

2.9 CONDOTTI SBARRE

Al piano sottotetto verranno installati due nuovi blindo elettrificati 3P+N+T 160A, rispondenti alle norme CEI EN 60439-1 e 2 ed EN 60332-3, collocati a vista a parete mediante appositi distanziali ed alimentati da nuove linee elettriche protette da nuovi interruttori magnetotermici differenziali regolabili scatolati 4P 160A installati all'interno del QGBT ubicato al piano interrato all'interno della sottocentrale "Citroniera".

➤ ELEMENTI RETTILINEI

Gli elementi rettilinei dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- involucro realizzato da due profilati nervati, ribordati e cianfrinati, realizzati in acciaio zincato a caldo;
- n. 5 conduttori (3F+N+T) in alluminio;
- dimensioni elemento 75 x 196 x (lunghezza) 3000mm;
- n. 5 finestrelle da un lato per ogni elemento complete di otturatore;
- grado di protezione IP52/IP55;
- spessore profilato 0,8mm;
- separazione tra i conduttori mediante isolatori in materiale plastico rinforzati con 20% di fibra di vetro per garantire un grado di autoestinguenza V1 (secondo le UL94) in conformità alla prova del filo incandescente come da norma CEI EN 60695-2-10;
- sistema "monoblocco" di giunzione elettrica realizzato da un sistema di piastre in rame per il collegamento veloce ed affidabilità dei conduttori attivi e del PE.

Negli attraversamenti di pareti REI si dovranno utilizzare elementi rettilinei con barriera tagliafiamma (interna+esterna) S120, certificati per attraversare pareti con resistenza al fuoco fino a REI120 in conformità alle norme DIN 4102-9 e EN 1366-3.

➤ ALIMENTAZIONI

Le alimentazioni di testata permettono di alimentare elettricamente il condotto a sbarre attraverso una linea in cavo, saranno del tipo "sinistra" e "intermedia" 3P+N+T 160A.

➤ CHIUSURE

Le chiusure di estremità sono i componenti che permettono di assicurare il grado di protezione IP55 al termine delle linee.

➤ CASSETTE DI DERIVAZIONE

Le cassette di derivazione verranno installate, come indicato sugli elaborati grafici di progetto, sia sui nuovi blindo di cui sopra, installati al piano sottotetto, e sia sui condotti a sbarre esistenti al piano interrato.

Le cassette di derivazione dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- a pinza da 63A e 125A con interruttore di manovra sezionatore e portafusibili;
- presenza di dispositivo di sezionamento solidale con il coperchio in dotazione su cassette con portata da 63A a 630A in modo da poter garantire assenza di tensione a coperchio aperto;
- possibilità di lucchettare il coperchio della cassetta nella posizione aperto-sezionatore per permettere la manutenzione in sicurezza dei carichi ad essa allacciati;
- contatto PE (conduttore di protezione) in dotazione (primo a effettuare la connessione elettrica all'inserimento della cassetta nella finestrella ed ultimo a sconnettersi al momento dell'estrazione);
- conformità di tutti i componenti in materiale plastico isolante alla prova del filo incandescente (EN-60695-2-1) con un grado di autoestinguenza V2 (UL94);
- grado di protezione base IP55 senza l'impiego di accessori aggiuntivi di tenuta.

2.10 GRUPPI STATICI DI CONTINUITA' (UPS)

I gruppi statici di continuità (UPS) forniscono l'alimentazione di riserva che supplisce alla mancanza dell'alimentazione normale, senza alcuna interruzione.

I gruppi statici di continuità sinusoidali, meglio conosciuti con la sigla UPS (a volte denominati anche NO BREAK) sono essenzialmente costituiti da tre elementi:

- un raddrizzatore carica batterie
- un gruppo di batterie
- un inverter.

Gli UPS a progetto saranno di tipo off-line (carico alimentato dalla rete) che nel caso dell'insorgere di una interruzione anche molto breve (5/10 ms) della rete normale commuteranno il carico. Avranno una potenza nominale pari a 15 kVA e saranno **predisposti per ospitare batterie** d'accumulatori che permetteranno in caso di installazione un'autonomia non inferiore ad 1 ora.

La protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata da interruttori differenziali installati a monte dell'UPS stesso. La corrente differenziale I_{dn} dev'essere compatibile con la corrente di dispersione dei filtri di ingresso dell'UPS.

➤ CARATTERISTICHE TECNICHE

- Potenza nominale	15kVA
- Potenza attiva	13.5kW
- Autonomia (<u>ad inserimento batterie</u>)	1h
- Tensione ingresso	400V 3F+N
- Range tensione ingresso	400V +15%/-20%
- Frequenza di ingresso	50Hz/60Hz
- Tensione uscita	400V 3F+N
- Frequenza di uscita	50Hz/60Hz
- Temperatura operativa	0 ÷ 40°C
- Umidità relativa	20 ÷ 80%
- Rumorosità a 1 mt	46dB

➤ **DOTAZIONI**

- Bypass automatico e di manutenzione
- Segnalazioni ed allarmi mediante display, indicatore di stato multicolore a LED ed avvisatore acustico
- n. 2 porte seriali RS232
- n. 1 porta livelli logici
- n. 4 porte a contatti puliti
- n. 1 slot per interfacce
- Protezioni elettroniche contro sovraccarichi, cortocircuito ed eccessiva scarica delle batterie
- Blocco del funzionamento per fine autonomia
- Limitatore di spunto all'accensione
- Sensore di corretto collegamento del neutro
- Back-feed protection (isolamento elettrico di sicurezza dell'ingresso durante il funzionamento a batteria)
- Emergency Power Off (spegnimento totale in caso di emergenza)

➤ **NORME DI RIFERIMENTO**

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua (7^a edizione)

CEI EN 62040-1(CEI 22-32): Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza

CEI EN 62040-2 (CEI 22-29): Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica

CEI EN 62040-3 (CEI 22-24): Sistemi statici di continuità (UPS) - Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova

2.11 IMPIANTO FONIA-DATI

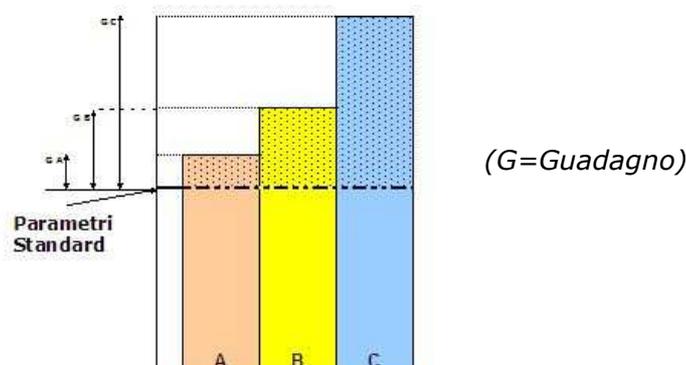
➤ **MARGINI DI FUNZIONAMENTO**

Esistono sul mercato molteplici soluzioni di cablaggio, tutte conformi ai medesimi standard di riferimento, (ad esempio quello che identifica la Categoria 5), e che possono sembrare ad un primo esame equivalenti tra loro. In realtà ciò non è del tutto vero.

Gli standard di riferimento, all'atto della valutazione delle diverse soluzioni di cablaggio che si intendono prendere in considerazione per la realizzazione di una infrastruttura di edificio, debbono essere infatti considerati non un punto di arrivo, ma viceversa un punto di partenza. In altri termini lo standard rappresenta il requisito minimo che la soluzione in esame deve possedere.

La qualità intrinseca delle varie soluzioni sarà quindi data dal margine di miglioramento che esse potranno garantire sui diversi parametri funzionali, rispetto ai valori dettati dallo standard al quale si fa riferimento.

Partendo da un approccio di questo tipo, è possibile quindi determinare una classifica in termini prestazionali che dà evidenza della qualità intrinseca di ciascuna soluzione, espressa per l'appunto come margine di miglioramento.



Quando i costruttori di cablaggio sviluppano componenti e sistemi con prestazioni superiori agli standard, l'obiettivo è quello di fornire ai segnali elettrici e ottici canali trasmissivi che li alterino meno di quanto previsto dagli enti di standardizzazione. Qualsiasi azione che aumenti questo margine migliora l'efficienza perché riduce le possibilità di errori di trasmissione.

I margini devono essere dati sull'insieme dei componenti, cioè il percorso che normalmente segue un segnale generato da un apparato per raggiungere il destinatario. Il percorso completo si chiama Canale (channel). Il trasferimento di segnali elettrici su canali in rame può essere soggetto ad alterazioni diverse in funzione delle loro lunghezze e delle conformazioni. A titolo esemplificativo, non è detto che un canale di lunghezza elevata sia più critico di un canale di 15 metri. Per tale motivo, è importante considerare i margini del sistema di cablaggio sulla maggior casistica possibile di conformazioni e lunghezze di canali, in modo da avere le migliori garanzie di funzionamento nella realtà.

Il margine deve essere riferito al caso peggiore, cioè dove il cablaggio ha un dato prestazionale più vicino al limite imposto dallo standard. Non è significativo un dato ad una specifica frequenza, oppure medio o tipico, in quanto le componenti di segnale, in frequenza elettrica o in modi di propagazione ottica, che transitano nelle zone operative meno performanti sono sufficienti ad alterare l'intera informazione e quindi perdita di dati.

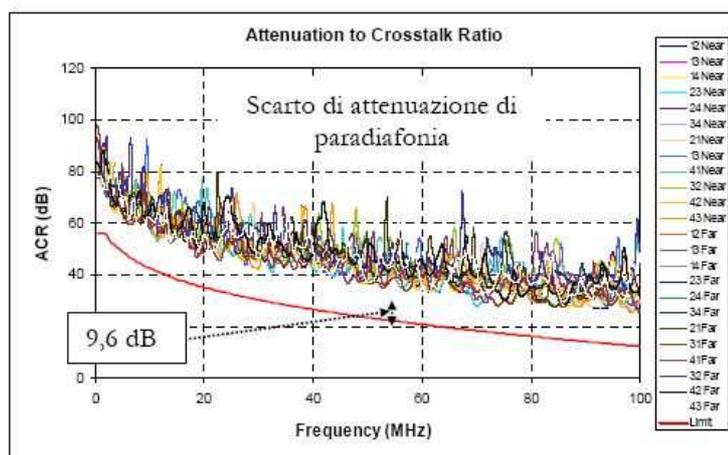
Pertanto, non saranno considerati parametri e margini definiti come "tipici", "medi", "a frequenza discreta", ma solo quei parametri e margini definiti come "minimi garantiti".

Quanto espresso trova conferma in ciò che viene specificato da un autorevole ente "super partes" come l'Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione (ISCOM - Ministero delle Comunicazioni) nella **Guida alle Infrastrutture di Comunicazione delle Reti Locali** (<http://www.iscom.gov.it/news.asp?ID=29>) di cui di seguito si riporta un estratto :

"La qualità intrinseca delle varie soluzioni sarà quindi data dal margine di funzionamento rispetto ai diversi parametri funzionali definiti dallo standard al quale si fa riferimento. La valutazione di questo aspetto nella scelta di un sistema di cablaggio non deve essere trascurata perché permette di classificare tecnicamente le varie proposte sul mercato.

Il margine deve essere espresso nelle situazioni di canale e nella maggior casistica possibile di configurazioni e lunghezze, garanzia per l'utente che i test del costruttore hanno riprodotto le

condizioni reali di utilizzo. Il dato è significativo solo quando riferito al caso peggiore, cioè il valore minimo di margine rispetto al limite imposto dalla norma. Valori espressi a specifiche frequenze, oppure medi o tipici, non consentono di valutare gli effettivi valori di margine nell'intera gamma di frequenze."



Il margine minimo nella misura dello scarto di paradiafonia viene espresso in dB, nel grafico è evidenziato il punto significativo nella traccia.

Esempio di valutazione del margine minimo di un parametro trasmissivo

➤ CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI

Rack per reti trasmissione dati

RACK 12 unità (dim. 600x514x(h)626 mm) di linea moderna, feritoie di aerazione sia nella parte superiore sia in quella inferiore, predisposizione per il montaggio di una ventola di aerazione, apertura ad oltre 180° della porta frontale, pannelli laterali asportabili, possibilità di essere appeso a parete, corpo dell'armadio verniciato con polveri epossidiche in colore RAL7035 liscio, profili porta verniciati con polveri epossidiche in colore RAL7031 liscio, porta in vetro temperato di sicurezza, chiusura della porta frontale tramite serratura a chiave, telaio 19" interno in lamiera zincata regolabile in profondità per un posizionamento mirato in accordo alle profondità delle apparecchiature da installare, passo di foratura del telaio 19" secondo la norma IEC 297-1, predisposizione per messa a terra, protezione IP20 a norma EN 60529, completo dei seguenti accessori:

- canalina di alimentazione 19" – 1 unità completa di n. 6 prese UNEL ed interruttore magnetotermico bipolare 16A, potere di interruzione 6kA secondo norme IEC 947-2;
- pannelli passapermute forato 19" – 1 unità;
- pannelli per 24 connettori RJ45 19" – 1 unità;
- pannelli ciechi 19".

Cavo UTP di categoria 5E da interno ed esterno (blu con gel)

Di costruzione rotonda, per ottimizzare le prestazioni trasmissive, oltre ad un separatore a croce, le singole coppie saranno separate da un nastro isolante.

Il diametro esterno non deve essere superiore a 7,24 mm, ed il peso non superiori 5,45 Kg/100mt.

Tale cavo deve poter supportare segnali elettrici fino a 550MHz.

Deve inoltre avere un'impedenza Z pari a 100 ohm 4% su tutte le frequenze tra 0 e 500 MHz, in modo da ridurre la variabilità di comportamento del cavo e la perdita di segnale per riflessioni.

Il diametro del conduttore solido in rame deve essere pari a 23 AWG.

La guaina deve essere di colore bianco (da interno) blu (da esterno) non propagante l'incendio (LSZH) conforme a CEI 20-22 parte 3°, IEC 60332-3a e CENELEC HD 405-3.

Inoltre, per agevolare l'installazione, il cavo deve potere essere disponibile sia in bobine che in scatole da 305 metri.

Punti presa di utente in categoria 5E

Presa per cavo in rame avente le seguenti caratteristiche:

- modulari UTP a 8 posizioni/8 conduttori, tipo RJ45;
- prestazioni superiori alla Categoria 6A;
- terminazione su blocchetti tipo 110 perpendicolari rispetto alla faccia frontale, con perforazione di isolante IDC angolata di 45°;
- terminazione di conduttori solidi o stranded, con sezione da 22 a 24 AWG;
- temperatura operativa da -10 a 60° C;
- dimensioni 20 x 20 x 31 mm (H x L x P);
- corpo plastico resistente a forti impatti, non propagante la fiamma e classificato UL® 94V-0 termoplastico;
- presenza di guide per il corretto instradamento delle coppie del cavo verso gli 8 punti di terminazione;
- dotazione di icone plastiche per l'identificazione;
- montabili perpendicolari o inclinate a 45° sulle placche di supporto standard;
- possibilità di riterminazione dei cavi per almeno 200 volte;
- forza di ritenzione del plug pari a 133N, con almeno 750 cicli di inserimento;
- la procedura di attestazione delle prese utente di Categoria 5E deve essere la medesima utilizzata per le prese utente di Categoria 5.
- possibilità di distinguere le prese utente di Categoria 5E rispetto alle stesse di Categoria 5 grazie ad una piastrina plastica di colore verde acqua in corrispondenza dei conduttori.

Cassetto ottico 19"

Per la connettorizzazione dei cavi di fibre ottiche già posati si dovrà prevedere la posa in opera di cassette ottiche 19" completi di connettori e di tutti gli accessori necessari per dare l'opera completa e finita a regola d'arte, compresa la certificazione completa secondo normativa vigente di tutte le tratte connettorizzate;

➤ **SPECIFICHE DI INSTALLAZIONE**

Posa dei cavi

Fatto salvo il rispetto dei principi generali della posa dei cavi per la realizzazione di un cablaggio strutturato, come esplicitato negli standard internazionali sulla materia, ed in particolare sullo standard ISO IEC 11801 ed EN 50173, che prevedono genericamente:

- Lunghezza massima di ogni tratta (90mt);
- Distanza minima da cavi di potenza paralleli (152 mm);

- Tensione massima di tiro (11.3 Kg);
- Raggio di curvatura minimo (8 volte il diametro esterno del cavo);
- Lunghezza massima di sbinatura del cavo (13 mm) ecc.

Elenchiamo di seguito le principali regole generali di posa:

- Rispettare il raggio di curvatura e la forza di trazione.
- Attenersi all'intervallo di temperatura raccomandato per l'installazione dei cavi che è generalmente minore dell'intervallo di temperatura di funzionamento degli stessi.
- I cavi devono risultare liberi da tensioni ad entrambe le estremità così come su tutto l'intero percorso. Nei casi in cui siano sottoposti all'azione del proprio peso, come ad esempio nei tratti verticali, è richiesto l'impiego di supporti e fascette per rimuovere la sollecitudine sul tratto del cavo interessato.
- I cavi saranno posati e fissati entro adeguate canalizzazioni. I cavi che vanno allo stesso punto di discesa/salta saranno opportunamente raccolti e fascettati tra di loro per minimizzare i potenziali effetti dannosi in zone dove sono presenti apparecchiature elettriche, i cavi devono entrare ed uscire dalla zona con angolo di 90°.

Numerazione ed etichettatura dei cavi

Il piano di cablaggio necessita di uno schema di etichettatura e numerazione che non deve essere cambiato nel corso della durata del cablaggio per nessun motivo.

I cavi devono essere etichettati ad ogni estremità e deve essere indicato il punto di terminazione. I punti di terminazione sono le prese telematiche. La numerazione delle prese deve tener conto del piano e dell'area cablaggio orizzontale. Un unico numero deve essere assegnato ad ogni cavo e viene riportato su ogni etichetta cavo; per quanto riguarda i cavi in fibra ottica, la numerazione sarà progressiva ed indicante la partenza e l'arrivo (in modo bidirezionale) della tratta del cavo, con associato il numero progressivo delle fibre ottiche.

La documentazione di progetto as built comprenderà necessariamente le planimetrie dell'edificio con la distribuzione delle prese dati installate e le relative etichettature e numerazioni.

Numerazione ed etichettatura delle prese di utente

Per l'identificazione delle tratte di cavo Twisted Pair, saranno apposti i cartellini sui connettori RJ45 in modo da poter gestire meglio il cablaggio, anche grazie ad uno specifico criterio di codifica che, di comune accordo con la Direzione Lavori, verrà stabilito ed univocamente assegnato alla stessa tratta sia lato Patch Panel che lato presa.

Il criterio di codifica in oggetto prevede l'utilizzo di un campo alfanumerico composta da tre cifre nel quale: ·

- La prima cifra (lettera A-B) è l'identificativo del rack di pertinenza della presa di utente;
- Le successive due cifre sono il numero progressivo di nodo assegnato alla singola tratta di cavo UTP e quindi al singolo connettore RJ45, sia sul lato presa che lato Patch Panel, indipendentemente dalla modularità della postazione d'utente.

Il codice così composto sarà affisso, tramite opportune etichettature, sia sulla piastrina della presa utente, che sui relativi Patch Panel, all'interno dell'armadio rack 19".

La documentazione di progetto as built comprenderà necessariamente le planimetrie dell'edificio con la distribuzione delle prese dati installate e le relative etichettature e numerazioni.

2.12 IMPIANTO WI-FI

La rete ha lo scopo di garantire l'accesso in tecnologia Wi-Fi ai servizi messi a disposizione dalla Committenza per gli utenti forniti di apparati dotati di connettività IEEE 802.11 b/g/n.

La rete Wi-Fi da realizzare sarà composta dai seguenti elementi:

- Access Point (AP): è il dispositivo che permette ai client di collegarsi ad una rete wireless.;
- Wireless Controller: è l'apparato che svolge la funzione di nodo centralizzato di switching e di gestione per tutta la rete Wi-Fi a cui sono collegati tutti gli AP.

Oltre la fornitura dei materiali nelle quantità descritte nei paragrafi successivi, devono essere forniti tutti i servizi di delivery chiavi in mano della rete ed in particolare:

1. posa in opera, installazione e attivazione degli AP e del Wireless Controller componenti la rete radio;
2. configurazione, test e collaudo operativo della rete Wi-Fi fornita;

➤ REQUISITI TECNICO FUNZIONALI RICHIESTI AI SISTEMI WIFI

I sistemi Wi-Fi in fornitura devono essere conformi ai seguenti standard:

802.11a,
802.11b,
802.11g,
802.11n draft 2.0

L'architettura della rete Wi-Fi da realizzare prevede che normalmente gli Access Point lavorino sotto il controllo del Wireless Controller. Questa modalità di lavoro viene definita come dipendente e costituisce la modalità di funzionamento abituale della rete.

Gli Access Point in fornitura devono inoltre essere in grado di funzionare come Adaptive Access Point e cioè anche in assenza del Wireless Controller, svolgendo localmente le funzioni proprie del Wireless Controller stesso. Questa modalità di lavoro viene definita come indipendente (o stand-alone). In questa modalità un singolo AP nella rete deve essere in grado di fungere da Wireless Controller per tutti gli AP a lui sottesi, almeno fino ad un numero di 20 AP.

Il passaggio da una modalità all'altra (a seconda delle circostanze in cui si viene a trovare la rete) deve avvenire in maniera automatica senza perdita di connettività per i client (Site Survivability).

Le prestazioni degli Access Point in fornitura devono essere all'avanguardia sia dal punto di vista radio che per quanto riguarda le funzionalità di gestione dei client, del routing e della banda disponibile. In particolare, per ottenere le coperture radio richieste, gli AP in fornitura devono presentare sensibilità pari almeno ai valori di seguito riportati:

802.11b 1Mb = -97dBm;
802.11g 54Mb = -83dBm
802.11n MCS15 40Mhz = -72dBm

Gli Access Point in fornitura devono supportare funzioni RF avanzate quali sistemi di antenna MIMO, Spatial Multiplexing e Frame Aggregation.

La tecnologia MIMO comporta l'utilizzo di 2 o 3 antenne sia in trasmissione che in ricezione (ciò si indica con 2x2 e 3x3) in modo da ridurre drasticamente le interferenze anche in ambienti di propagazione radio particolarmente ostili (alta interferenza da altri apparati o sistemi, presenza di ostacoli che impediscono la visuale diretta tra AP o tra AP e client, multipath fading, etc.).

Lo Spatial Multiplexing (Moltiplicazione Spaziale) consente di trasmettere N flussi spaziali utilizzando N antenne in modo da raddoppiare il throughput di un canale wireless, non solo nell'ambito 802.11n ma anche per client 802.11a/b/g.

La funzione di Frame Aggregation (Aggregazione dei frame) comporta un aumento del throughput in quanto ottimizza l'invio dei data frame (cioè delle trame di dati) inviando due o più data frames in una singola trasmissione, riducendo l'impatto degli overhead sull'occupazione di banda complessiva.

Gli AP in fornitura devono garantire il supporto delle seguenti funzionalità:

- Supporto igmp snooping v1 e v2
- Supporto IEEE 802.1q
- Supporto IEEE 802.1x
- Supporto SNMP RFC1157
- Supporto WEP statico, WEP dinamico (802.1x)
- Supporto WPA/TKIP Personal e Enterprise
- Supporto WPA2/TKIP/AES Personal e Enterprise, per tutti i types EAP types

Gli AP in fornitura devono prevedere soluzioni di alimentazione Power-over-Ethernet in accordo allo standard 802.3af. Le apparecchiature dovranno essere fornite di tutte le componenti necessarie per la loro utilizzazione e configurazione (cavi di connessione, cavi d'alimentazione elettrica, adattatori ecc.).

Gli AP in fornitura devono presentare dimensioni e pesi che rendano semplice la loro installazione a muro o su cornice decorativa ed il collegamento alla rete Ethernet e presentare soluzioni di connettività con porta ethernet 10/100 BaseT RJ45.

L'architettura proposta di interazione tra AP e Wireless Controller deve rispondere a requisiti di flessibilità, espandibilità e scalabilità.

La rete Wi-Fi proposta deve essere in grado di adattare dinamicamente le risorse radio (canali radio e/o livelli di potenza trasmessa) degli Access Point in modo da ottimizzare il segnale a radiofrequenza in presenza di interferenze radio oppure in modo da ripristinare i livelli radio ottimali di una certa area in seguito alla perdita di un Access Point (funzionalità di Self-Healing denominata Smart RF).

Dal punto di vista del routing, l'architettura proposta deve essere in grado di eliminare i colli di bottiglia (o "single points of failure") tipici di una rete centralizzata di tipo tradizionale (denominata "hub-and-spoke") ed essere altamente scalabile: essa deve essere in grado di

distribuire l'intelligenza di rete e le funzioni di sicurezza e di networking (come le funzioni di switching e di routing) su tutta la rete pur mantenendo la gestione centralizzata nel Wireless Controller. Ogni AP deve essere in grado di prendere decisioni in maniera indipendente riguardo la sicurezza o l'instradamento del traffico, ottimizzando le risorse di tutta la rete. Il risultato è una rete molto più sicura e affidabile e con prestazioni più elevate.

Si richiede in particolare che il traffico locale sia gestito localmente senza passare dai Wireless Controller, in maniera dinamica e intelligente. In questo modo si mantengono entrambi i vantaggi di un'architettura distribuita (con AP stand-alone o indipendenti) e di un'architettura centralizzata (con AP dipendenti dal Wireless Controller), senza gli svantaggi dell'una e dell'altra.

Questo tipo di architettura diventa fondamentale nel caso di elevate moli di traffico generato dalla rete di accesso WiFi inoltre il Wireless Controller in fornitura costituisce un singolo punto di gestione degli Access Point, fornendo funzioni di configurazione, controllo, troubleshooting e networking (quali core switching e routing, Firewall, DHCP Server e autenticazione come Radius Server) a livello centralizzato.

Attraverso il Wireless Controller deve essere possibile impostare e distribuire in maniera centralizzata le configurazioni di ogni AP nella rete, così come gestire tutte le procedure di update del firmware e di gestione di eventuali malfunzionamenti.

Il Wireless Controller di concerto con gli AP deve essere in grado di gestire le funzionalità di sicurezza e di forward del QoS in accordo all'architettura richiesta.

Il Wireless Controller deve essere in grado di gestire la mobilità degli utenti finali all'interno della rete, implementando le policy di routing previste dall'architettura richiesta. Nel caso fosse richiesto di indirizzare il traffico attraverso il Wireless Controller stesso, esso deve quindi essere in grado di operare da switch/router per la sottorete Wi-Fi da lui controllata; viceversa, nel caso si decidesse di indirizzare il traffico attraverso altri percorsi di routing, il Wireless Controller deve essere in grado di gestire i singoli AP in modalità off-band. In ogni caso l'Access Point deve essere in grado di assumere il ruolo di controller locale per gli altri Access Point della propria area (fino almeno a 20 Access Point per sito). In questo ruolo l'Access Point deve essere in grado di farsi carico di gestire localmente le funzionalità di Client Roaming, server RADIUS, Firewall, server DHCP oltre alle funzioni peculiari di un Access Point. D'altra parte il Wireless Controller rimane il punto centrale di gestione degli AP e fornisce molteplici funzioni centralizzate.

L'architettura di rete pensata è formata quindi da un Wireless Controller centralizzato che verrà collocato all'interno di un Rack esistente a servizio della rete di trasmissione dati ubicato al piano sottotetto e gli Access Point distribuiti, come indicato sugli elaborati grafici di progetto, all'interno dell'area di intervento.

Il sistema WiFi proposto deve essere in grado di offrire anche delle funzionalità di sicurezza anti intrusione e preventive per la scoperta e prevenzione di possibili minacce alla sicurezza della rete, attraverso dei sensori radio presenti nell'Access Point e con l'ausilio della piattaforma applicativa offerta.

2.13 MORSETTI PER GIUNZIONI, DERIVAZIONI E NODI EQUIPOTENZIALI

- Conformi alle norme di prodotto CEI EN 60947-7-1, CEI EN 60998-1, CEI EN 60998-2-2, CEI EN 60998-2-3, CEI EN 60998-2-4
- Provvisti di marchio IMQ e marcatura CE
- Materiali
 - Corpo: policarbonato trasparente
 - Piastrina: rame stagnato
 - Elementi di serraggio: acciaio trattato e zincato
 - Viti: acciaio classe 8.8 zincate
 - Eventuale attacco per guida DIN: acciaio trattato e zincato o policarbonato
- Resistenza alla temperatura: non inferiore a 85° C.
- Resistenza alla fiamma: autoestinguenta V-O (UI.94)
- Tensione nominale: 450 V
- Grado di protezione: IP20 (CEI EN 60529).

2.14 PRESE A SPINA PER USI INDUSTRIALI

Costruttivamente conformi a quanto prescritto dalle Norme CEI EN 60309-1 e CEI EN 60309-2 (CEI 23-12/1 e CEI 23/12/2).

Caratteristiche generali:

- tipo: CEE 17;
- tensione nominale: max 750V;
- frequenza nominale: 50/60Hz;
- corrente nominale: max 125A;
- esecuzione: IP54 o IP67;
- involucro in alluminio verniciato o materiale plastico a base di PVC.

In particolare le prese dovranno essere:

- presa 2P+T+I+F/6h: presa industriale 2x16A+T - 220V in esecuzione IP54-IP65 con coperchio a molla. Alveoli Ø 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguenta;
- presa 3P+N+T+I+F/6h: presa industriale 4x16/32/63/125A+T - 220/380V in esecuzione IP54-IP65-IP66 con coperchio a molla. Alveoli Ø 4,8 mm con polo di terra in posizione 6 h. In materiale termoplastico isolante autoestinguenta.

Le prese sopra elencate dovranno essere costituite dai seguenti elementi :

- cassetta in materiale sopra descritto con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi;
- elemento presa in materiale termoplastico con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto precedente e viti di fissaggio;
- colorazione di identificazione;

- blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza del DPR 547 art. 311 per consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedire la sua estrazione ad interruttore chiuso;
- interruttore e presa montati entrambi sullo stesso contenitore con coperchio apribile solo ad interruttore aperto (tale operazione consentirà l'accesso ai fusibili);
- base portafusibili completa con tappi a vite di tipo ceramico montata all'interno del contenitore e accessibilità (completa di fusibili, secondo prescrizioni di progetto, con valore di corrente pari al valore nominale della portata della presa di corrente).

2.15 QUADRI DI DISTRIBUZIONE Q-DIN

I quadri per la distribuzione di energia nel terziario e industriale dovranno essere adatti per la posa a vista e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- grado di protezione secondo le indicazioni di progetto;
- temperatura di funzionamento: da -25°C a $+100^{\circ}\text{C}$;
- materiale termoplastico stampato in co-iniezione;
- materiale riciclabile al 100%;
- marchio IMQ secondo Norma EN 62208;
- isolamento classe II (Norma EN 61140);
- Glow Wire Test: 750°C secondo Norma IEC 60695-2-1;
- versioni con portello trasparente fumé per controllare stato interruttori;
- colore: grigio RAL 7035;
- tensione nominale: $U_e \leq 690\text{ V}$;
- resistenza agli urti: 20 joule (IK10) secondo Norma CEI EN 50102;
- nella zona predisposta per la posa di interruttori di protezione guide DIN (CEI EN 50022) montabili a scatto sui montanti e regolabili in profondità;
- predisposizione per montaggio serratura a chiave per accesso zona interruttori;
- resistenti agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi ed oli minerali), agli agenti atmosferici e ai raggi UV;
- quadri di distribuzione realizzati in conformità alle Norme EN 60439-3.

I quadri di distribuzione dovranno essere realizzati come indicato sugli elaborati grafici di progetto e sulla relazione tecnica allegati al presente, e dovranno essere completi di tutti gli accessori necessari per rendere l'opera completa ed a regola d'arte,

Ad ogni quadro elettrico, dovrà essere allegata la seguente documentazione:

- rapporto di collaudo per le seguenti prove e verifiche:
 - a) verifica funzionamento e cablaggio;
 - b) verifica isolamento e frequenza industriale;
 - c) verifica misure di protezione;
 - d) collaudo di verifica e funzionamento.
- dichiarazione di conformità e rapporto di collaudo conformi alla Norma 23-51 per quelli con corrente nominale fino a 125A e alla Norma CEI 17-13/1 per quelli con corrente nominale superiore a 125A;
- dichiarazione per la marcatura CE;
- schema unifilare per circuiti di potenza.

2.16 SETTI TAGLIAFIAMMA

Nel passaggio di linee elettriche attraverso pareti aventi resistenza al fuoco si dovranno inserire dei setti tagliafiamma.

Per l'individuazione delle pareti aventi resistenza al fuoco su cui occorrerà inserire i setti tagliafiamma si dovrà fare riferimento a quanto prescritto nella pratica di Prevenzione incendi dei Vigili del Fuoco.

Tutti i materiali provvisti di certificazione di collaudo e dovranno essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti.

I setti tagliafiamma dovranno avere le caratteristiche di seguito riportate.

➤ CUSCINI ANTINCENDIO RETTANGOLARI IN TESSUTO MINERALE

Sistema di barriera tagliafiamma per attraversamenti di pareti o solette contenenti cavi elettrici, tubi combustibili (\varnothing max 32 mm) passerelle e/o canali portatavi (o tubazioni) metalliche e non, con resistenza al fuoco REI 120 ÷ REI 180.

Costituito da cuscini antincendio rettangolari in tessuto minerale, non contenenti amianto o altre sostanze tossiche o nocive, non degradabili per l'azione dell'umidità, contenenti materiali in granuli che si espandono sotto l'azione del calore fino a formare un blocco solido e resistente al fuoco REI 120 sul lato 18 cm e REI 180 sul lato 34 cm.

Negli attraversamenti di soletta per la posa del Sistema è necessario prevedere una robusta rete metallica con diametro dei fili non inferiore a 4 mm e dimensioni della maglia circa 40 x 40 mm, fissata con adeguati tasselli metallici.

➤ SCHIUMA AUTOESPANSIVA

Sistema di barriera tagliafiamma per attraversamenti di pareti o solette contenenti cavi elettrici, singoli o in piccoli fasci e/o tubazioni di materiale combustibile (con \varnothing max 60 mm), sigillatura interna di tubi combustibili dell'impianto elettrico cementati nelle pareti o soffitti, sigillatura esterna di condotti metallici cementati nelle pareti con interno chiuso da un altro tipo di prodotto (sacchetti, serrande, ecc.) con resistenza al fuoco REI 120 ÷ REI 180.

Costituito da sigillante a base di resine, speciali additivi e sostanze intumescenti.

2.17 TUBAZIONI

Le tubazioni dovranno essere conformi alle seguenti normative:

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

I tubi impiegati per la distribuzione delle linee dovranno essere:

- in materiale plastico corrugato flessibile di tipo pesante, provvisto di marchi IMQ, per la distribuzione interrata;
- in materiale plastico corrugato flessibile, provvisto di marchi IMQ, per la distribuzione incassata a parete e a pavimento;
- in materiale plastico rigido, provvisto di marchi IMQ, per la distribuzione a vista dove non sono previste sollecitazioni meccaniche gravose;
- in acciaio zincato con giunzioni filettate per la distribuzione a vista dove sono previste sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose.

Il diametro interno delle tubazioni dovrà essere maggiore di 1,4 volte il diametro esterno dei cavi o del fascio di cavi contenuti all'interno del tubo stesso; il raggio di curvatura delle tubazioni dovrà essere tale da non diminuirne la sezione del 10% e soddisfare il minimo raggio di curvatura dei cavi contenuti.

Il diametro del tubo dovrà inoltre consentire lo sfilamento ed il successivo infilamento dei cavi con facilità e senza che questi ultimi ne risultino danneggiati.

In ogni caso il diametro esterno non sarà inferiore a 16 mm.

Il numero dei conduttori unipolari previsto per i singoli tubi di differente diametro è riportato nella tabella seguente:

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

TUBI IN mm		SEZIONE DEI CAVETTI IN mm ²								
diam. est	diam. int.	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
16	11,7			(4)	4	2				
20	15,5			(9)	7	4	4	2		
25	19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32	26,4					12	9	7	7	3

Le curve dovranno essere realizzate con raccordi o piegature che non danneggino i tubi e non pregiudichino la sfilabilità dei conduttori.

Qualora si utilizzino tubi metallici, essi dovranno essere collegati a terra, e la loro continuità metallica in corrispondenza di giunzioni, derivazioni e simili dovrà essere garantita dal Costruttore.

Per i collegamenti flessibili si dovranno utilizzare guaine in PVC plastificato con spirali di rinforzo in PVC rigido, aventi superficie interna semiliscia, per un miglior scorrimento dei cavi elettrici; tale tubazione dovrà avere resistenza agli acidi diluiti, oli, ecc., dovrà essere autoestinguente, flessibile, con grado di protezione meccanico adatto al luogo di installazione.

In caso di percorsi a vista i tubi dovranno essere rigidi ed installati orizzontalmente o verticalmente a pareti e soffitti, uniformemente distanziati, sia nei percorsi dritti, che in quelli curvi.

La posizione ed il percorso delle tubazioni dovranno essere tali da agevolare l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi installati all'interno; i conduttori appartenenti allo stesso circuito dovranno essere sempre infilati nella medesima tubazione.

Tutte le tubazioni a vista dovranno essere fissate mediante appositi collari con interassi di fissaggio non superiori a 0,5 metri.