

COMUNE DI MALCESINE - PROVINCIA DI VERONA
LOTTO 1 - PALESTRA SCUOLA MEDIA - REALIZZAZIONE TRIBUNE
IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA

00	10-11-2017	Prima emissione	Longoni	Sabato	n/a	Sabato
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	PM
Committente: COMUNE DI MALCESINE - PROVINCIA DI VERONA			Codice Commessa: 16106			
Descrizione Commessa: LOTTO 1 - PALESTRA SCUOLA MEDIA - REALIZZAZIONE TRIBUNE						
Titolo Elaborato: IMPIANTI ELETTRICI - RELAZIONE TECNICA						
Codice documento: PER-EE-107		N. pag./fogli 31	File: \\ROC\pub\16106_MALCESINE\OUTPUT\AMPLIAMENTO PALESTRA\ELABORATI\PROGETTO DEFINITIVO\PER- EE-107.docx			

INDICE

1. OGGETTO	4
1.1 Oggetto dell'intervento	4
1.2 Committente	4
1.3 Riferimento a documentazione esistente	4
1.4 Entità del lavoro	4
2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE	7
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
3.1 Sintesi degli interventi	8
3.2 Quadri elettrici	8
3.3 Distribuzione generale bt – illuminazione e forza motrice	9
3.4 Impianto di illuminazione	10
3.5 Impianto di terra	10
3.6 Impianti esterni	11
3.7 Verifiche	11
4. 4) SPECIFICHE TECNICHE E NORMATIVE	11
4.1 Prescrizioni generali	11
4.2 Quadri elettrici	12
4.3 Impianto di terra	13
4.4 Corrosione per contatto galvanico	15
4.5 Materiali	18
4.6 Dimensionamento delle protezioni	18
4.7 Protezione contro i contatti diretti	20
4.8 Protezione contro i contatti indiretti	21
4.9 Cavi	21
4.10 Posa dei cavi	23

4.11	Caduta di tensione	24
4.12	Oneri e obblighi a carico dell'installatore	24
4.13	Oneri vari	28
4.14	Verifiche prove, collaudi e dichiarazione di conformità	29
4.15	La dichiarazione di conformità	29
5.	RIFERIMENTI NORMATIVI	31
•	NORME CEI	31

1. OGGETTO

1.1 *Oggetto dell'intervento*

Realizzazione nuove tribune e relativi servizi igienici e locali accessori, all'interno della palestra della scuola media.

1.2 *Committente*

Comune di Malcesine
Provincia di Verona

1.3 *Riferimento a documentazione esistente*

Progetti e dichiarazioni di conformità agli atti presso il Comune, che dovranno essere reperiti a cura del RUP e messi a disposizione dell'appaltatore

1.4 *Entità del lavoro*

La fornitura e la posa degli impianti descritti nel presente fascicolo e negli allegati, deve essere eseguita secondo la migliore tecnica impiantistica e in ottemperanza alle Leggi e Norme ad essi applicabili; gli impianti devono essere consegnati perfettamente funzionanti, secondo quanto di seguito descritto e in osservanza delle norme vigenti anche se non espressamente richiamate. Eventuali materiali, apparecchiature o lavori non menzionati nella descrizione delle opere, la cui fornitura o esecuzione sia implicita per il completamento dell'impianto o di parte di esso, si dovranno ritenere inclusi nella fornitura.

Costituiscono parte integrante del presente documento gli schemi elettrici, funzionali e planimetrici allegati, nonché il computo metrico e tutto il fascicolo di progetto degli impianti meccanici, documenti ai quali si dovrà costantemente fare riferimento per la migliore comprensione della consistenza degli impianti e della dislocazione delle apparecchiature.

Dovranno essere eseguiti tutti i lavori necessari per dare le opere impiantistiche finite e realizzate a regola d'arte e perfettamente funzionanti anche se non espressamente indicati nella presente; dovranno essere impiegate maestranze specializzate e direttamente alle dipendenze dell'impresa appaltatrice che provvederà alle coperture assicurative sia per quanto riguarda gli infortuni sia per la parte previdenziale. Il tipo e la qualità dei materiali e delle apparecchiature da impiegarsi dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori e comunque dovranno essere conformi alle leggi e normative

vigenti che ne regolano la fabbricazione e la posa in opera, nonché adatte all'uso per cui sono impiegati.

L'impresa appaltatrice dovrà esaminare e approvare il progetto, gli schemi e tutti i documenti allegati; appropriati aggiustamenti o variazioni dovranno essere discusse e approvate con la Committente prima della presentazione dell'offerta. L'impresa installatrice dovrà rilevare a sua discrezione e responsabilità le quantità dei materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori ritenendosi quelle riportate su disegni e computi allegati puramente indicative. L'appalto verrà affidato a corpo. Si intendono compresi nella fornitura a e compensati dai prezzi qualunque opera, provvista e spesa in genere, necessaria per dare il lavoro completo e gli impianti perfettamente funzionanti sotto ogni aspetto (tarature, programmazioni e addestramento dell'utente finale compresi), indipendentemente da ogni omissione, imperfezione e imprecisione della descrizione dei lavori e dei documenti facenti parte del contratto di appalto.

Per il solo fatto di partecipare alla gara, l'impresa interpellata dichiara di aver acquisito ogni necessaria informazione sullo stato dei fabbricati e delle opere da eseguire e di conoscere ed accettare: le condizioni dei complessi ed il loro stato di uso, le scelte progettuali che dichiara di condividere, le condizioni della mano d'opera e dei materiali, tutte le circostanze generali e particolari di tempo, di luogo, di utilizzo e contrattuali che possano influire sull'esecuzione dell'opera.

Dichiara, inoltre, di ritenere remunerativi i prezzi con il ribasso offerto.

L'Impresa appaltatrice non potrà, quindi, eccepire durante l'esecuzione del lavoro, la mancata conoscenza di condizioni e la sopravvenienza di elementi non indicati dal progetto o non considerati in sede di offerta, a meno che tali elementi siano imputabili a cause di forza maggiore od obiettivamente non ipotizzabili all'atto dell'offerta.

Prima dell'esecuzione dei lavori dovrà essere approntata l'area di cantiere; durante l'esecuzione degli stessi dovranno essere adottate tutte le precauzioni atte ad evitare incidenti a persone e/o a cose e l'esecuzione dei lavori non dovrà intralciare, per quanto possibile, le altre attività proprie dell'immobile; dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori il piano delle sicurezza, i nominativi del responsabile della sicurezza e del responsabile tecnico di cantiere, nonché di tutti gli operai presenti in cantiere.

Sono a carico dell'impresa appaltatrice gli oneri, tecnici ed economici, relativi all'espletamento delle pratiche (rilievi tecnici, elaborati grafici, fotografie, planimetrie, relazioni, progettazione ponteggi, compilazione di moduli per accettazione pratiche, ecc..), che si rendessero necessarie per l'ottenimento delle concessioni per l'esecuzione dei lavori da parte delle Autorità competenti e la

presentazione delle stesse agli sportelli competenti; copie debitamente protocollate dagli uffici riceventi, dovranno essere consegnate alla committenza e alla DL.

A carico dell'impresa installatrice è altresì l'assistenza al committente al fine di inoltrare agli enti erogatori le domande di allacciamento e per le opere di collegamento alla rete pubblica (cavidotti, pozzetti, ecc),

Si intende incluso nel presente contratto ogni onere necessario per la messa in funzione, la regolazione, la programmazione e tutto quanto necessario per il perfetto funzionamento delle apparecchiature e degli impianti.

Per tutto quanto sopra l'impresa verrà remunerata secondo quanto previsto da voce di computo metrico.

A carico dell'impresa è la redazione del progetto esecutivo delle opere; inoltre, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa installatrice dovrà realizzare (o far realizzare a proprio tecnico e a proprie spese) e sottoporre ad approvazione del Committente e della DL gli schemi costruttivi di impianto (schemi elettrici di potenza e funzionali di comando e controllo, schemi planimetrici degli impianti elettrici e degli impianti speciali, schemi funzionali di collegamento degli impianti speciali, ecc). Dovrà inoltre coordinarsi (sia per la stesura dei progetti costruttivi, sia per la realizzazione degli impianti) con le tutte altre imprese per evitare sovrapposizioni o interferenze tra i vari impianti e tra impianti e apparecchiature o elementi architettonici vari.

2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tensione di alimentazione: 230/400 V

Sistema di distribuzione: tipo TT

L'energia elettrica a cui allacciare i circuiti dell'ampiamiento oggetto del presente intervento, deve essere derivata dal quadro elettrico esistente e posizionato nella zona spogliatoi docenti.

In ordine alla messa a terra, l'impianto é conforme al sistema TT.

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come meglio evidenziato dalle planimetrie allegate, verranno realizzate le nuove tribune della palestra in oggetto. Sotto alle tribune troveranno posto i servizi igienici, il deposito e il locale caldaia. Si dovrà pertanto procedere allo smantellamento degli impianti esistenti, allo scollegamento e accantonamento di alcune apparecchiature che verranno poi riutilizzate e alla realizzazione dei nuovi impianti elettrici

3.1 Sintesi degli interventi

- Modifica del quadro elettrico spogliatoio docenti
- Modifica del quadro elettrico caldaia
- Cavidotti portacavi linee energia
- Linee di distribuzione bt
- Impianto di distribuzione FM e illuminazione
- Collegamento utenze varie
- Impianto di illuminazione di emergenza

3.2 Quadri elettrici

In quadri di distribuzione a cui allacciare i circuiti di zona (tribune, servizi e caldaia) sono esistenti.

Il quadro elettrico posizionato nello spogliatoio docenti deve essere ampliato con l'installazione di interruttori a protezione delle linee luce e prese della nuova zona, come risulta dagli schemi allegati.

Il quadro elettrico della centrale termica e i relativi componenti della termoregolazione deve essere scollegato, smontato e accuratamente custodito per il nuovo riposizionamento; dovrà essere integrato con l'installazione di un interruttore a protezione del nuovo circuito idraulico, come meglio indicato dallo schema elettrico unifilare allegato.

Al termine dei lavori l'installatore dovrà ricertificare l'intero quadro elettrico, tenendo conto delle nuove installazioni

I quadri elettrici di distribuzione, di comando, protezione e controllo dei circuiti elettrici devono essere integrati frazionando le linee come indicato nelle tavole allegate; verranno installati all'interno delle zone indicate dalle planimetrie.

Il quadro elettrico deve essere considerato un componente dell'impianto; i componenti dell'impianto hanno un costruttore che risponde della conformità alle relative norme. Analogamente il quadro elettrico deve essere conforme alle Norme.

Il costruttore del quadro deve apporre i seguenti dati:

- nome o marchio del costruttore,
- tipo del quadro,
- corrente nominale del quadro,
- corrente di corto circuito,
- natura della corrente e frequenza,
- tensione nominale di funzionamento,
- grado di protezione.

3.3 Distribuzione generale bt – illuminazione e forza motrice

L'installazione degli impianti elettrici deve rispettare in modo particolare le Norme CEI 64-8 e 64-50. In particolare l'impianto deve rispettare il grado di protezione min IP44.

Le linee di alimentazione per i circuiti luce e FM all'interno dell'edificio saranno posate parte entro canalizzazione termoplastica e parte entro tubazione corrugata sottotraccia, come indicato dalle planimetrie allegate, completa di scatole di derivazione e di infilaggio. Il tutto come meglio e nel dettaglio indicato dalla planimetria allegata.

All'interno del locale caldaia invece si utilizzeranno tubazioni e scatole in materiale termoplastico fissate a parete e a plafone.

Per i circuiti di energia si poseranno cavi con guaina tipo FG7OR. Le derivazioni alle singole utenze devono essere effettuate entro scatole di derivazione aventi grado di protezione IP44 min.

Si installeranno punti presa di servizio, comandi luce, punti luce, il tutto come da schemi planimetrici.

Tutti i cavi, all'interno di scatole di derivazione, devono riportare targhette indicanti il circuito

Nei servizi igienici per persone diversamente abili deve essere realizzato un circuito di chiamata, secondo quanto indicato dallo schema elettrico riportato sulla planimetria.

All'esterno della caldaia deve essere installato un'interruttore/sezionatore di emergenza per la messa fuori servizio degli impianti interni, in caso di necessità.

3.4 Impianto di illuminazione

I circuiti devono essere suddivisi come indicato dagli schemi elettrici unifilari allegati e la disposizione dei punti luce é rilevabile dalle planimetrie. L'accensione dei singoli locali avverrà mediante comandi installati in prossimità degli ingressi o in posizione da definire con la committente in fase esecutiva.

In prossimità delle uscite e lungo le vie di fuga devono essere installate lampade di emergenza autonome autoalimentate, in grado di fornire un illuminamento min pari a 5 lux, per un tempo di 1 ora in caso di necessità.

3.5 Impianto di terra

L'impianto di terra è esistente.

Dal collettore (nodo equipotenziale) installato nel quadro di distribuzione devono essere derivati tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali. Si deve procedere tra l'altro all'equipotenzializzazione delle tubazioni metalliche e in genere delle masse estranee accessibili.

E' necessario inoltre verificare (al termine dei lavori) l'efficienza dell'impianto di dispersione, misurarne la resistenza, verificare il coordinamento delle protezioni e la continuità del conduttore di protezione.

Al termine dei lavori deve essere verificata la continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali, relativamente ai lavori realizzati.

3.6 Impianti esterni

Le linee di alimentazione delle utenze esterne (lampade di illuminazione, crepuscolare, elettrovalvola intercettazione, ecc ...) devono essere posate entro tubazioni a parete, avendo cura di garantire una protezione minima IP55.

I cavi devono avere isolamento in gomma, polietilene reticolato oppure etilene propilene (tipo G7, PRC, EPR) ed avere guaine adatte alla posa interrata.

Le lampade per l'illuminazione e qualsiasi altro componente installato all'esterno devono avere grado di protezione min IP55.

3.7 Verifiche

A carico dell'appaltatore, oltre a quanto indicato ai paragrafi precedenti, in particolare sono poste le seguenti verifiche:

- Verifica generale dello stato degli impianti, delle connessioni e del grado di protezione dei vari componenti (circuiti FM e luce)
- Verifica dell'efficienza delle protezioni e verifica dell'impianto di terra, compresa misura di continuità su tutte le masse e masse estranee
- Verifiche funzionali in generale, secondo i disposti normativi.
- Stesura as built di impianto (relativi a schemi elettrici e planimetrici)

4. 4) SPECIFICHE TECNICHE E NORMATIVE

4.1 Prescrizioni generali

Gli impianti elettrici devono essere costruiti, installati e mantenuti in modo da prevenire i pericoli derivanti da contatti accidentali con elementi in tensione e i rischi di incendio e scoppio derivanti da eventuali anomalie che si verifichino nel loro esercizio; le macchine e gli apparecchi elettrici devono riportare l'indicazione della tensione, dell'intensità di corrente e di tutte le caratteristiche costruttive necessarie per l'uso

La Legge 186/68 fornisce le disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici; riconosce a regola d'arte gli impianti e i componenti costruiti secondo le Norme CEI.

Il materiale elettrico deve rispettare quanto previsto dal D. Lgs. 626/96.

L'installatore deve riferirsi in modo particolare a queste Normative e al DM 37/08 (ex L.46/90) per la realizzazione degli impianti.

4.2 Quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione, di comando, protezione e controllo dei circuiti elettrici devono essere realizzati frazionando le linee come indicato nelle tavole allegate.

Devono essere realizzati nel rigoroso rispetto delle specifiche Norme CEI "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra (quadri bt)" con i gradi di protezione richiesti dalle particolari condizioni e classificazioni degli ambienti in cui devono essere installati. Tutti i quadri devono essere dotati di portella anteriore completa di chiusura a chiave. La struttura del quadro deve permettere lo smaltimento del calore;

Deve essere installato un dispositivo di blocco-porta o un microinterruttore che impedisca di accedere alle apparecchiature interne in tensione.

Le linee in uscita dal quadro devono attestarsi a morsettiere collocate all'interno del quadro o nel cubicolo di risalita cavi, ove presente; i terminali delle linee devono essere collegati ai morsetti stessi mediante capicorda a pressione, e numerati al fine di garantire una rapida ed univoca individuazione dell'utenza.

Il cablaggio degli interruttori del quadro deve essere effettuato utilizzando cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas tossici, secondo quanto previsto dalle Norme CEI 20-...

I cavi per il collegamento di eventuali apparecchiature montate sulla sportella anteriore devono essere protetti dalle sollecitazioni meccaniche con guaine flessibili.

Gli interruttori magnetotermici e magnetotermici differenziali devono avere un adeguato potere di interruzione in funzione della corrente di cortocircuito presunta del punto del circuito ove sono installati. Devono essere dotati di targhette identificanti le caratteristiche elettriche e il carico che alimentano.

Particolare attenzione deve essere posta al cablaggio degli interruttori monofase, al fine di ottenere una equilibratura del carico totale.

Il quadro deve essere corredato di schema elettrico unifilare.

All'interno del quadro, o nelle sue immediate vicinanze, deve essere installata una sbarra di rame preforata, con funzione di collettore di terra, a cui attestare tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali, oltre al conduttore di terra proveniente dal dispersore.

4.3 Impianto di terra

Le parti metalliche degli impianti soggette a contatto delle persone e che per difetto di isolamento o altre cause potrebbero trovarsi in tensione devono essere collegate a terra.

- **nodo equipotenziale o collettore principale di terra**

E' costituito da un morsetto o una sbarra, posta di solito in prossimità del quadro generale di distribuzione b.t. e dei sottoquadri di zona.

Al nodo equipotenziale vengono attestati tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali principali oltre al conduttore di terra.

Si dovrà inoltre installare sul conduttore di terra, in posizione accessibile, un dispositivo di apertura (sezionatore di terra) che permetta di isolare l'impianto di dispersione per potere misurare il valore della resistenza di terra.

Il sezionatore di terra deve essere apribile mediante attrezzo e può essere combinato con la sbarra equipotenziale principale (collettore); inoltre, deve essere tale da assicurare la continuità elettrica.

Tutti i conduttori GV convergenti in un nodo equipotenziale devono essere contraddistinti per funzione e provenienza, in modo da identificare con facilità la funzione.

- **conduttori di protezione**

La sezione del conduttore di protezione, analogamente a quanto detto per il conduttore di terra, non deve essere inferiore a:

$$A = 1/K \sqrt{(I^2 t)}$$

Dove

A = sezione in mm²

I = corrente di guasto a terra

t = tempo di eliminazione del guasto

K= coefficiente rappresentativo delle caratteristiche del materiale

Nel caso dovesse risultare una sezione non standard, si sceglierà la sezione immediatamente superiore.

Il valore di K è ricavabile dalle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E della Norma CEI 64-8/5.

Per semplicità di calcolo della sezione dei conduttori di protezione si fa riferimento alla seguente tabella, in cui **S** è la sezione del conduttore di fase e **Sp** la sezione del conduttore di protezione (esprese in mm²):

Sezione del conduttore di fase	Sezione del conduttore di protezione
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	$Sp = 16$
$S > 35$	$Sp = S/2$

I valori espressi dalla tabella precedente hanno validità se il conduttore di protezione è costituito dello stesso materiale di quello di fase.

I conduttori di protezione, come d'altronde tutte le altre linee di distribuzione bt, devono essere adeguatamente protetti contro il danneggiamento meccanico e le connessioni devono potere essere ispezionabili.

Al conduttore di protezione devono essere collegati i componenti e gli utilizzatori di classe 1, i poli centrali delle prese a spina, le masse, ...

- **conduttori e collegamenti equipotenziali**

I conduttori equipotenziali devono avere sezione pari a 1/2 di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata e comunque non inferiore a 6 mm².

Dal nodo equipotenziale si dovranno inoltre derivare corde di rame isolate GV sez. 6 mm² minimo per l'equipotenzializzazione delle tubazioni di acqua, riscaldamento....(collegamento equipotenziale principale).

I collegamenti delle tubazioni devono essere effettuati con collari di materiale tale da impedire la corrosione: in particolare verranno utilizzati collari in ottone

nichelato per tubazioni in rame e collari in acciaio inox per tubazioni in acciaio zincato. (v. più avanti paragrafo dedicato alla corrosione)

Tutte le masse estranee che potrebbero introdurre il potenziale di terra devono essere collegate con conduttore equipotenziale (collegamento equipotenziale supplementare) di sezione pari a $2,5 \text{ mm}^2$ protetto meccanicamente, pari a 4 mm^2 se non protetto

- **verifiche periodiche**

Gli impianti di terra devono essere verificati prima della messa in servizio e periodicamente secondo le scadenze previste dalla normativa vigente, allo scopo di accertarne lo stato di efficienza

4.4 Corrosione per contatto galvanico

Quando due materiali metallici di natura diversa, a contatto elettrico tra di loro, sono esposti all'azione di un ambiente aggressivo, si osserva un aumento della velocità di attacco nel materiale meno nobile. Questo tipo di corrosione si può verificare anche con accoppiamento di metalli con ossidi o con sostanze comunque dotate di conducibilità elettronica. Per definire la nobiltà dei vari materiali non basta riferirsi alla serie dei potenziali di equilibrio, ma occorre conoscere i potenziali che i vari materiali assumono nei diversi ambienti. In relazione soprattutto alla presenza di film di ossidi o di altri composti alla superficie dei materiali stessi, si possono verificare anche ribaltamenti di nobiltà tra due materiali metallici, al variare delle condizioni ambientali. Gli effetti galvanici dell'accoppiamento divengono più intensi e si fanno sentire a distanze maggiori al diminuire della resistività dell'ambiente. Un altro importante fattore è il rapporto delle aree dei due metalli accoppiati. Condizioni particolarmente sfavorevoli si verificano quando l'area anodica è piccola rispetto a quella catodica (ad es. vite di ferro su lastra di rame), perchè l'attacco corrosivo si concentra su un'area limitata.

Norme da tenere presenti per la prevenzione e protezione sono le seguenti: evitare contatti fra metalli diversi o, se necessario, usare preferibilmente metalli vicini nella scala delle nobiltà; evitare comunque che l'area esposta del materiale metallico meno nobile sia relativamente piccola; per quanto possibile, isolare fra di loro, oppure rivestire con pitture i metalli diversi; se il rivestimento deve riguardare uno solo dei metalli a contatto, rivestire il più nobile.

La corrosione dovuta ad una azione elettrochimica fra metalli diversi a contatto è ridotta al minimo se il potenziale elettrochimico combinato è inferiore a circa 0,6 V.

La tabella della pagina successiva riporta un elenco dei potenziali elettrochimici combinati per un certo numero di coppie di metalli utilizzati correntemente.

Si devono evitare le combinazioni poste al di sopra della linea di separazione.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	
0	,05	,55	,7	,8	,85	,9	1,0	1,05	1,1	1,15	1,25	1,35	1,45	Mg-Leghe di Mg A
	0	,05	,2	,3	,35	,4	,5	,55	,6	,65	,75	,85	,95	Zn-Leghe di Zn B
		0	,15	,25	,3	,35	,45	,5	,55	,6	,7	,8	,9	Sn80/Zn20 su acciaio Zn su ferro e acciaio C
			0	,1	,15	,2	,3	,35	,4	,45	,55	,65	,75	Al D
				0	,05	,1	,2	,25	,3	,35	,45	,55	,65	Cd su acciaio E
					0	,05	,15	,2	,25	,3	,4	,5	,6	Legha Al/Cd F
						0	,1	,15	,2	,25	,35	,45	,55	Acciaio dolce G
							0	,05	,1	,15	,25	,35	,45	Duralluminio H
								0	,05	,1	,2	,3	,4	Pb I
									0	,05	,15	,25	,35	Cr su acciaio L
										0	,1	,2	,3	Sn,Cr- Ni su acciaio Acciaio inox 12% Cr M
											0	,1	,2	Acciaio inox ad alto tenore di Cr N
												0	,05	Cu-Leghe Cu O
													0	Ni su acciaio P

Tabella dei potenziali elettrochimici

4.5 **Materiali**

Tutti i materiali utilizzati per la realizzazione dell'impianto, gli organi di protezione, le tubazioni metalliche e di PVC, le canaline, i cavi, i conduttori e tutti gli altri componenti e accessori utilizzati per dare all'impianto la perfetta rispondenza alla regola dell'arte, dovranno soddisfare particolari Norme costruttive ed essere dotati di Marcatura CE.

Tutti i componenti dell'impianto elettrico devono essere dimensionati in modo da funzionare in condizioni non piu' gravose di quelle nominali previste dal costruttore. In particolare, per gli apparecchi generici devono essere sempre rispettate le seguenti condizioni:

Tensione nominale	Corrente nominale
$V_n > 250 \text{ V}$ per circuiti a 220V;	non inferiore alla corrente di impiego I_b
$V_n > 415 \text{ V}$ per circuiti a 380 V.	

4.6 **Dimensionamento delle protezioni**

La protezione da sovraccarichi e cortocircuiti è garantita da interruttori magnetotermici, scelti in modo da verificare le seguenti relazioni:

-protezione da sovraccarichi

La corrente nominale I_n dell'interruttore non deve essere superiore alla portata I_z della linea da proteggere.

Si deve inoltre verificare che la corrente convenzionale di funzionamento dell'apparecchio non sia superiore a $1,45 I_z$.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

con

I_b	I_z	I_n	I_f
-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

corrente di impiego del circuito	portata ammissibile del cavo in regime permanente	corrente nominale dell'interruttore automatico	corrente di funzionamento del-l'interruttore entro il tempo convenzionale
----------------------------------	---	--	---

-protezione da cortocircuiti

Il potere d'interruzione non deve essere inferiore alla corrente presunta di corto circuito.

Si deve inoltre verificare la protezione sulla massima lunghezza della linea, funzione della sezione del conduttore e del valore della corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea stessa.

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

con

I	t	K	S
corrente di cortocircuito	durata del cortocircuito	costante relativa alla natura dell'isolante: 115 PVC 135 gomma naturale e butilica 143 gomma EPR e PRC	sezione del conduttore

Inoltre deve essere verificata la seguente relazione

$$I_{cc} < I_{cn}$$

con:

I_{cc}	I_{cn}
corrente presunta di corto circuito	potere di interruzione dell'apparecchiatura

Giova inoltre ricordare che la corrente di corto circuito diminuisce con l'aumentare della linea ed é funzione della sezione.

4.7 Protezione contro i contatti diretti

La classificazione del grado di protezione (norma CEI 70-1) è codificata con la sigla IP, seguita da due cifre caratteristiche indicanti la protezione contro i corpi solidi e la protezione contro i liquidi, secondo la tabella della pagina seguente:

L'installazione di apparecchiature dotate di protezione IPXX è legata alle particolari condizioni ambientali.

installazione all'interno	installazione all'esterno
IP00	
IP20-IP21	
IP30-IP32	
IP40-IP42	IP43
IP50	IP53-IP55
	IP64-IP65

In particolare, per l'installazione in ambienti polverosi o esposti a getti di acqua è richiesto un grado di protezione rispettivamente pari a IP45 e IP55.

Le parti in tensione dovranno essere segregate entro involucri in grado di assicurare una protezione minima **IPXXB (IP2X)**, mentre per i piani orizzontali è richiesta la protezione minima **IPXXD (IP4X)**, protezioni che impediscono rispettivamente al dito di prova e a un filo di diametro pari a 1mm di toccare parti in tensione.

4.8 Protezione contro i contatti indiretti

- sistema TT

Deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$Ra \leq 50 / I_a$$

oppure (formula inversa della precedente):

$$Ra \times I_a \leq 50$$

dove:

Ra	Ia
somma della resistenza dei conduttori di protezione e del dispersore di terra	corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione; pari a I _{dn} nel caso di protezione con interruttore differenziale

4.9 Cavi

I cavi devono essere del tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione di gas tossici (CEI 20-22II), sia per i cavi in isolamento singolo (N07VK,...), sia per i cavi dotati di guaina (N1VVK, FG70R,...); devono riportare sull'isolamento il marchio di qualità che certifichi la rispondenza alle norme CEI di riferimento.

Per la scelta dei cavi si deve fare riferimento alla seguente tabella:

Tensione nominale	Corrente nominale
U ₀ /U > 450/750V per circuiti a 220/380	Portata massima I _z : le sezioni devono essere scelte in modo che la portata massima in regime permanente I _z , conforme alle tabelle UNEL

U ₀ /U > 300/300V per circuiti con tensione < 50V	35011-72, non sia inferiore alla corrente di impiego I _b .
--	---

E' necessaria la scelta di cavi in grado di sopportare una adeguata portata, in funzione del carico e delle condizioni di posa e al fine di contenere la caduta di tensione entro i limiti prescritti dalla normativa. I cavi devono essere protetti da qualsiasi sollecitazione meccanica a mezzo di canaline o tubazioni, tenendo tuttavia in considerazione i limiti di stipamento.

La sezione dei cavi deve essere adeguata al carico che deve essere alimentato e comunque di sezione minima pari a:

- 1,5 mm² per alimentazione punti luce e per circuiti di segnalazione
- 2,5 mm² per alimentazione circuiti FM e circuiti luce principali.

e comunque tale da rispettare la condizione di massima lunghezza protetta, funzione appunto della sezione del cavo e della corrente nominale In dell'interruttore posto a protezione della linea.

La funzione dei conduttori deve essere facilmente ed immediatamente identificabile dal colore dell'isolante del cavo stesso (Norme CEI 16/...).

In particolare il colore giallo/verde deve essere esclusivamente riservato ai conduttori di protezione e il colore blu chiaro al neutro. Gli altri colori sono utilizzabili per le fasi.

La colorazione delle guaine dei cavi e dei conduttori deve essere rispondente alla seguente tabella derivata dalla tabella CEI UNEL 00722-87

COLORE	IMPIEGO
blu chiaro	neutro
giallo-verde	conduttori di terra, di protezione, equipotenziali
nerro, marrone, grigio	consigliabili per i conduttori di fase

4.10 Posa dei cavi

I cavi devono essere protetti da qualsiasi sollecitazione meccanica a mezzo di canaline o tubazioni, tenendo tuttavia in considerazione i limiti di stipamento forniti dalla seguente tabella:

	TUBO	CANALE	CONDOTTO CIRCOLARE
Diametro interno del tubo D Diametro del fascio di cavi d	$D > 1,3d > 10\text{mm}$	-	$D > 1,8d > 15\text{mm}$
Sezione interna del canale S Sezione del fascio di cavi s	-	$S > 2s$	-

Per la posa dei cavi in canalizzazioni a soffitto o nel controsoffitto è necessario scegliere articoli portacavi chiusi rispondenti alla norma CEI 23-21, utilizzando sistemi completi di raccordi orizzontali e verticali, sospensioni a soffitto o staffe per il fissaggio a parete, accessori per la sospensione a canale degli elementi di uscita o di apparecchi illuminanti.

Per la posa di tubazioni incassate dovranno essere utilizzati articoli in PVC provvisti del Marchio Italiano di Qualità; bisogna inoltre seguire tracciati lineari (verticali o orizzontali, seguendo lo spigolo della parete), evitare accavallamenti e prevedere raggi di curvatura che non provochino il danneggiamento dei cavi. Si considera ottimale un raggio di curvatura minimo pari a tre volte il diametro esterno del tubo, il che permette anche un agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori.

A seconda del tipo di posa per tubi in materiale isolante, siano essi rigidi o flessibili, si sceglieranno (rif. Norma CEI 23-14):

articoli di tipo pesante (colore nero, sigla P) per la posa sotto pavimento,

articoli di tipo leggero (colore grigio, sigla L) per la posa a parete o a soffitto.

E' inoltre evidente che l'installazione non deve essere effettuata in prossimità di tubazioni che sviluppano calore o fumi.

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate mediante appositi dispositivi di connessione e sistemati in cassette di derivazione (preferibili quelle con chiusura a vite). Le giunzioni e i cavi non devono occupare più della metà del volume della scatola. E' inoltre vietato effettuare tali connessioni all'interno di tubazioni ed è sconsigliato nelle scatole porta apparecchi.

Per la posa entro tubazioni interrata, la tubazione contenente la linea deve essere interrata ad una profondità di 60 cm min.; tale condotta deve inoltre essere protetta con tegoli da possibili sollecitazioni meccaniche (eventuale utilizzo di attrezzi manuali di scavo che possono danneggiare la condotta).

La tubazione deve inoltre essere interrotta da pozzetti ispezionabili dotati di chiusini.

4.11 Caduta di tensione

La caduta di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi apparecchio utilizzatore non deve superare il 4% della tensione nominale dell'impianto.

La formula per il calcolo della caduta di tensione è la seguente:

$$\Delta V = K \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

ΔV = caduta di tensione in Volt

K = 1,73 per linee trifase

2 per linee monofase

L = lunghezza della linea in km

I = corrente di impiego della linea

R = resistenza del conduttore alla temperatura di funzionamento in Ω/km

X = reattanza di fase in Ω/km

$\cos\varphi$ = fattore di potenza

4.12 Oneri e obblighi a carico dell'installatore

Sono a carico dell'Installatore:

- La responsabilità della verifica dimensionale degli impianti per assicurarne la rispondenza ai dati di progetto e agli scopi prefissati; a tale fine l'Installatore, esaminato il progetto elaborato dal Consulente (l'incaricato della Progettazione dal Committente) quale base del presente Capitolato, farà le osservazioni che riterrà opportune, prima della definizione del contratto di appalto. Tali osservazioni verranno attentamente vagliate e discusse tra l'Installatore e il Progettista, dopodiché la responsabilità dell'Installatore sarà piena ed incondizionata, anche nei riguardi del progetto stesso, che dovrà essere realizzato con assoluto rispetto delle Norme di Legge che regolamentano gli impianti appaltati.
- La responsabilità dell'esecuzione del montaggio, dell'installazione e del funzionamento di ogni componente e degli impianti nel loro complesso anche nei casi di frazionamento di forniture, nell'integrale rispetto delle vigenti disposizioni di legge antinfortunistiche.
- Le garanzie di piena conformità degli impianti alle vigenti leggi, norme e disposizioni delle competenti Autorità, e se ne assume ogni responsabilità anche nei confronti degli Enti di controllo.
- Ogni responsabilità civile e penale per qualsiasi incidente o danno avvenuto che dovesse derivare dalla propria attività a propri dipendenti nonché a terzi ed alle cose. L'installatore assume in tal caso la veste giuridica del Direttore dei Lavori dichiarando fin d'ora di ritenere il Committente ed il Consulente sollevati ed indenni da qualsiasi pretesa, molestia o responsabilità e danno, dando fin d'ora atto che il Committente, la D.L., il Consulente e loro personale non hanno incarico di dirigente dei lavori, ma soltanto il controllo, agli effetti contrattuali, della consistenza della fornitura.
- Ai fini degli adempimenti di cui ai precedenti commi di questo punto l'Installatore dovrà nominare, con comunicazione scritta al Committente ed al Consulente, un proprio Tecnico laureato o diplomato, avente i requisiti di legge, che subentri e firmi gli elaborati nonché le eventuali istanze e pratiche presso gli Enti, quale progettista e direttore dei lavori dell'installatore che si assume la piena responsabilità a tutti gli effetti.
- La fornitura dei disegni necessari per la realizzazione delle opere edili di competenza del Committente relative agli impianti di cui al presente Capitolato, completi di tutte le indicazioni necessarie per la ubicazione, il dimensionamento e la corretta esecuzione delle opere (ad es.: cunicoli, canalizzazioni interrato, basamenti, pozzetti, fondazioni per pali, vani per quadri, scassi per transiti, ecc.); tali disegni dovranno essere presentati in tempo utile entro i termini derivanti dal programma lavori, in correlazione con l'andamento delle opere civili e l'inizio dell'installazione.
- Tutti i mezzi di lavoro necessari nonché le scale ed i ponteggi fissi e mobili nel pieno rispetto delle norme di legge antinfortunistiche; i

mezzi d'opera dell'Installatore porteranno chiaramente la targa di proprietà.

- La completa assistenza da parte di propri tecnici per la direzione ed il controllo dei lavori sia per il personale proprio che per il personale d'aiuto e per le opere murarie ad esso affiancate.
- Le spese e gli oneri assicurativi, previdenziali, assistenziali e per l'osservanza delle norme d'igiene sul lavoro per il proprio personale a tutti gli effetti previsti dalle disposizioni vigenti o che potranno intervenire nel corso dei lavori per la tutela dei lavoratori.
- Le spese di vitto, alloggio e viaggio e le spese telefoniche dal cantiere per il proprio personale
- La tenuta del registro dei lavori che dovrà essere sottoposto a periodiche approvazioni da parte del Consulente.
- La custodia dei mezzi d'opera e dei materiali di propria fornitura nonché di quelli forniti dal Committente, provvedendo a proprie cure e spese all'assicurazione contro i danni dell'incendio e del furto.
- Il trasporto di tutti i materiali sino al cantiere; il trasporto, rizzamento a picchetto dei pali, il trasporto al luogo d'impiego di tutti materiali fino a 30 Kg a pezzo e la manovalanza necessaria anche per lo stendimento dei cavi, di qualsiasi peso.
- Gli allacciamenti provvisori di F.M., luce per le proprie necessità di lavoro, a partire da apposite prese predisposte in cantiere dal Committente.
- Gli ancoraggi e sostegni delle apparecchiature e delle linee con fornitura in opera di staffe, mensole, tiranti, passerelle, ecc. e dei necessari chiodi e tasselli meccanici e ad espansione, compresa l'apertura di fori eseguibili con trapani di qualsiasi dimensione, (È comunque vietato, salvo diversa concessione scritta da parte della D.L., l'uso di chiodi a sparo);
- La pulizia di tutte le opere murarie e delle strutture che fossero interessate dalle opere dell'installatore, nonché, prima della messa in funzione, la pulizia interna ed esterna di tutti i componenti degli impianti secondo le norme dei costruttori e della buona tecnica.
- La pulizia dei locali interessati all'intervento durante e alla fine dei lavori
- Lo smaltimento dei materiali smantellati, di quelli in eccedenza e degli imballaggi secondo le norme di legge in vigore (D.Lvo 22/97)
- I ripristini di opere murarie, di verniciatura, ecc. che dovessero essere rifatte a causa di ritardo da parte dell'installatore nel segnalare le proprie necessità di transito o di ritardi nell'esecuzione degli impianti rispetto alle prescrizioni del Capitolato.
- La verniciatura con doppia mano di antiruggine e con due mani di smalto del tipo più adatto e del colore voluto dal Committente o

Consulente di tutte le parti metalliche (se non già specificatamente richieste zincate a caldo).

- Le forniture e le opere provvisoriale (apparecchiature e linee) che si richiedessero per un esercizio provvisorio degli impianti della Committente, nel caso di ritardo di qualche componente, anche se trattasi di materiali di competenza del Committente.
- Gli obblighi per le eventuali forniture dirette del Committente
- La fornitura e posa su ogni parte d'impianto di targhe e targhette incise con l'indicazione della destinazione, della sigla di riferimento ai disegni e di ogni altra indicazione da concordare con il consulente.
- Le operazioni di taratura la regolazione e la messa a punto di ogni parte dell'impianto.
- L'esecuzione e l'assistenza a prove e collaudi preliminari, provvisori e definitivi secondo le modalità espresse dal Consulente, con fornitura di tutta l'attrezzatura e del personale necessari.
- La consegna, al termine dei lavori, di tre copie cartacee, di una riproducibile e dei cd di tutta la serie dei disegni e schemi dettagliati degli impianti eseguiti ("as-built"), nonché di 3 copie delle istruzioni per la conduzione e la manutenzione ordinaria delle apparecchiature e degli impianti, la fornitura delle dichiarazioni e certificazioni di impianti "a sicurezza" secondo le vigenti disposizioni.
- La conduzione e la manutenzione diretta degli impianti fino alla data di regolare consegna degli stessi al Committente.
- L'assistenza per l'istruzione e l'addestramento del personale del Committente preposto alla conduzione ed alla manutenzione degli impianti prima della consegna. Successivamente e per un anno dalla consegna, fornirà saltuariamente ed a titolo gratuito assistenza alla conduzione con pronto intervento di personale specializzato per il tempo necessario ad istruire e chiarire ai tecnici del Committente anomalie o particolare funzionamento degli impianti.
- La garanzia di buon funzionamento e di buona qualità dei materiali e delle installazioni per un anno dalla data del collaudo definitivo: entro tale periodo l'installatore provvederà a proprie cure e spese - e senza alcun onere per il Committente - a riparare o sostituire interamente e prontamente tutti quei materiali che venissero a guastarsi od a rompersi sia per cause di cattivo montaggio che per cattiva qualità dei materiali o per difetto di costruzione; per le parti riparate o sostituite la garanzia sarà rinnovata di un altro anno dalla data del ripristino.
- rispettare e far rispettare dal proprio personale tutte le disposizioni di legge e quelle eventuali della D.L. che regolano il lavoro subordinato, nonché le norme vigenti di prevenzione infortuni sul lavoro
- predisporre prima dell'inizio dei lavori, il piano delle misure per la sicurezza dei lavoratori (piano operativo della sicurezza)

- Inoltre, entro 15 giorni dalla firma del contratto, la ditta appaltante sarà tenuta a fornire alla Committente l'elenco dei fornitori prescelti, indicando per ciascun item dettagliatamente i tipi ed i modelli ritenuti idonei per ottenere la relativa approvazione all'ordinazione degli stessi.

4.13 Oneri vari

Al fine di meglio evidenziare ulteriori interventi di carattere generale da considerare inclusi negli oneri dell'Impresa esecutrice delle opere in oggetto, si riportano qui di seguito alcune delle caratteristiche in parte già brevemente citate in precedenza ed in parte di nuova indicazione.

- Fornitura in opera di tutti i componenti ausiliari ed accessori per la perfetta realizzazione e funzionalità degli impianti, anche se non espressamente citati nella documentazione progettuale;
- Effettuazione di tutti gli interventi di natura analoga a quelli presi in considerazione, onde garantire la completa ed uniforme rispondenza degli impianti ai requisiti esposti nel progetto;
- Redazione - per quanto di pertinenza tecnica - dei moduli e dei documenti per eventuali denunce ad Enti esterni (ISPESL, ecc.);
- Redazione degli elaborati grafici (planimetrie impiantistiche e schemi elettrici) in revisione finale "come costruito", con consegna al Committente del numero di copie contrattualmente previsto;
- Redazione, consegna al Committente ed invio alla Camera di Commercio della dichiarazione di conformità (previa l'esecuzione di tutti gli adeguati collaudi, controlli e prove) corredata di tutti gli allegati di legge.

Si ribadisce infine la necessità che l'Impresa esecutrice includa nei propri oneri tutto quanto occorrente per la completa funzionalità e rispondenza normativa delle opere, anche se non espressamente citato nei documenti progettuali.

Eventuali osservazioni e/o riserve al presente progetto e agli elaborati ad esso collegati dovranno essere evidenziate dall'Impresa installatrice entro sette giorni dal ricevimento del presente fascicolo; trascorso tale termine l'Impresa implicitamente confermerà di aver preso piena conoscenza delle opere da realizzare e di ritenere pienamente esaurienti a tale riguardo i documenti di progetto.

4.14 Verifiche prove, collaudi e dichiarazione di conformità

Alla fine dei lavori, prima della messa in servizio degli impianti, dovranno essere eseguiti, a cura della Ditta installatrice, gli esami a vista e le verifiche strumentali, come previsto e con riferimento alle disposizioni di legge ed alle normative tecniche.

Il collaudo comprende:

- la verifica visiva del grado di finitura delle realizzazioni in ordine all'accuratezza funzionale ed estetica, e dello stato di conservazione dei componenti installati;
- la verifica della corrispondenza delle opere realizzate rispetto a quanto previsto dal presente progetto;
- la verifica della documentazione sui risultati delle prove eseguite secondo le indicazioni della Norma CEI 64-8 Sezione 6.

In particolare il piano di prove dovrà comprendere:

- a) la misura della resistenza di terra dell'impianto di terra;
- b) la prova di continuità, di tutti i conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali;
- c) la misura della resistenza di isolamento tra i conduttori attivi e, tra i conduttori attivi e la terra;
- d) la prova di intervento dei dispositivi differenziali;
- e) prova d'isolamento dei conduttori.

Il superamento delle verifiche visive e dei controlli strumentali sarà condizione vincolante ai fini del rilascio del certificato di collaudo, ove previsto

Ogni irregolarità rilevata nella fase di verifica dovrà essere ripristinata a cura e spese dell'Installatore; in ogni caso l'Installatore resterà responsabile del buon funzionamento delle nuove installazioni per i dodici mesi successivi al collaudo positivo.

4.15 La dichiarazione di conformità

L'art. 7 del DM 37/2008 (ex art. 9 della Legge 46/90) impone all'impresa installatrice il rilascio della dichiarazione di conformità, ad opere completate, dopo la fase di collaudo definitivo, in cui dovranno essere effettuate tutte le misure e verifiche.

La dichiarazione deve essere compilata su apposito modulo approvato dal D.M. stesso e deve indicare i dati completi dell'impresa installatrice (P.IVA, n° di iscrizione CCIAA,...), una descrizione schematica dell'impianto realizzato

(sia un nuovo impianto, una trasformazione, un ampliamento o una manutenzione straordinaria dell'esistente) e i dati completi del committente.

Per gli impianti per cui esiste l'obbligo del progetto, questo va allegato alla dichiarazione di conformità.

Dovranno essere aggiornati gli schemi e le planimetrie apportando tutte quelle modifiche che in corso d'opera si rendessero necessarie rispetto a quanto previsto nel presente progetto.

La Ditta installatrice ha l'obbligo di garantire tutto l'impianto in oggetto, sia per la qualità del materiale, sia per il montaggio, sia per il regolare funzionamento per dodici mesi successivi alla data di installazione.

5. Riferimenti normativi

Per quanto non espressamente indicato nel presente progetto, si dovrà fare comunque riferimento a tutte le leggi e norme in vigore ed in particolare a:

- Legge 186/68 del 01.03.1968 sull'esecuzione degli impianti elettrici.
- DM 37 del 22 gennaio 2008
- DL n 626 del 25.11.96 "attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione"
- Norme di prevenzione incendi
- Norme CEI