

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### INDICE

<b>1. QUALITÀ E APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI .....</b>	<b>2</b>
1.1 Approvvigionamento, Accettazione, qualità e di impiego dei materiali.....	2
1.2 Presentazione del campionario e prove di laboratorio .....	2
<b>2. NORME TECNICHE OPERE EDILI.....</b>	<b>3</b>
2.1 Finalità delle prescrizioni tecniche .....	3
2.2 Consegna - Tracciamenti - Ordine di esecuzione dei lavori.....	3
2.3 Materiali in genere .....	3
2.4 Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso.....	3
2.5 Materiali inerti .....	4
2.6 Armature per calcestruzzo .....	4
2.7 Scavi in genere .....	4
2.8 Scavi in trincea .....	5
2.9 Rinterri.....	5
2.10 Ripristini.....	6
2.11 Demolizioni e rimozioni .....	6
2.12 Protezione linee aeree.....	6
2.13 Cavidotti - Pozzetti - Blocchi di fondazioni.....	7
2.13.1 Cavidotti .....	7
2.13.2 Pozzetti di ispezione.....	7
2.13.3 Blocchi di fondazione.....	7
<b>3. NORME TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>8</b>
3.1 Classificazione degli ambienti .....	8
3.2 Protezione contro i contatti indiretti.....	9
3.2.1 Interruzione automatica della alimentazione .....	9
3.2.2 Componenti elettrici di Classe II o isolamento equivalente.....	9
3.3 Protezione contro i contatti diretti.....	10
3.4 Protezione delle condutture dalle sovracorrenti .....	11
3.4.1 Protezione delle condutture contro i sovraccarichi .....	11
3.5 Protezione delle condutture contro i cortocircuiti .....	12
3.6 Dispositivi di protezione .....	12
3.6.1 Interruttori automatici .....	13
3.6.2 Interruttori differenziali .....	13
3.7 Condutture.....	14
3.7.1 Tipi di cavi .....	14
3.7.2 Colori distintivi .....	15
3.7.3 Sezione dei conduttori di fase e di neutro .....	15
3.7.4 Cavi in parallelo .....	15
3.7.5 Caduta di tensione .....	16
3.7.6 Tubi protettivi e canali.....	16
3.7.7 Installazioni interrato.....	16
3.7.8 Cassette .....	17
3.7.9 Connessioni .....	18
3.8 Quadri elettrici di distribuzione e comando .....	18
3.8.1 Configurazione e dimensioni.....	19
3.8.2 Dati tecnici: .....	20
3.8.3 Condizione di accessibilità da parte di personale autorizzato.....	20
3.8.4 Caratteristiche circuiti elettrici .....	21
3.9 Illuminazione artificiale .....	21
3.10 Impianto di terra .....	22
3.10.1 Dispensori.....	22
3.10.2 Conduttori di terra .....	23
3.10.3 Collettore (o nodo) principale di terra .....	23
3.10.4 Conduttori di protezione .....	24
3.10.5 Conduttori equipotenziali principali .....	24
3.10.6 Conduttori equipotenziali supplementari.....	24

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
 con Mandataria Capogruppo  
 Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 1. QUALITÀ E APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI

#### 1.1 Approvvigionamento, Accettazione, qualità e di impiego dei materiali

1. I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato tecnico ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.
2. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque momento i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.
3. Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.
4. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.
5. L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
6. Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.
7. Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato tecnico ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

#### 1.2 Presentazione del campionario e prove di laboratorio

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, e quelli relativi alle opere civili dovranno essere rispondenti alle norme del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 sui prodotti da costruzione e corrispondere a quanto stabilito nel presente capitolato tecnico: ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme UNI, le norme CEI, le norme CNR, o di altri enti normatori ufficiali, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

L'Amministrazione potrà richiedere la presentazione del campionario dei materiali di normale commercio che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere.

Prima redazione di un verbale steso in concorso con l'appaltatore, la Direzione dei lavori può prelevare campioni dei materiali approvvigionati in cantiere, da sottoporre, a prove e controlli, da eseguirsi in laboratori ufficiali, nel numero necessario al completo accertamento della rispondenza delle caratteristiche previste, a spese dell'Appaltatore.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 2. NORME TECNICHE OPERE EDILI

#### 2.1 Finalità delle prescrizioni tecniche

Negli articoli seguenti sono specificate le modalità e le caratteristiche tecniche secondo le quali, in caso di appalto, si eseguiranno le opere e si condurranno i lavori.

#### 2.2 Consegna - Tracciamenti - Ordine di esecuzione dei lavori

Dopo la consegna dei lavori, di cui sarà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti, l’Appaltatore eseguirà a proprie spese i tracciamenti necessari per la posa dei conduttori, dei pali, degli apparecchi di illuminazione e delle apparecchiature oggetto dell’appalto.

#### 2.3 Materiali in genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l’Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da una attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

I materiali necessari per la realizzazione dei lavori oggetto dell’appalto devono presentare caratteristiche conformi od al limite migliorative rispetto a quanto stabilito nel Progetto e devono rispondere alle leggi e ai regolamenti ufficiali ed alle norme vigenti in materia.

L’Appaltatore provvederà all’approvvigionamento dei materiali da fornitori di propria convenienza, fatto salvo il totale rispetto delle caratteristiche, prestazioni e prescrizioni indicate nel Progetto.

Tutti i materiali scelti, differenti da quelli proposti nel progetto esecutivo, saranno in ogni caso sottoposti, prima del loro impiego, all’esame della Direzione Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili, come previsto all’articolo 167 del D.P.R. 207/2010.

L’accettazione dei materiali da parte della Committenza non esonera l’Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per la buona riuscita degli impianti.

#### 2.4 Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso

##### a) **Acqua**

L’acqua per l’impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

##### b) **Calci**

Le calci aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti e alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e nella Circolare 2 Febbraio 2009 n°617 – “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 Gennaio 2009.

##### c) **Cementi e agglomerati cementizi**

- 1) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nel D.M. 14 Gennaio 2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e nella Circolare 2 Febbraio 2009 n°617 – “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 Gennaio 2009.
- 2) I cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d’altoforno, se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui al D.M. 14 Gennaio

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e nella Circolare 2 Febbraio 2009 n°617 – “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 Gennaio 2009. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

- 3) I cementi e gli agglomerati dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall’umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell’impiego.

### 2.5 Materiali inerti

#### a) Per conglomerati cementizi e malte

- 1) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc. in proporzioni nocive all’indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all’ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.
- 2) Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove, o accettare l’attestazione di conformità alle norme.
- 3) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e alla Circolare 2 Febbraio 2009 n°617 – “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 Gennaio 2009.

### 2.6 Armature per calcestruzzo

Gli acciai per l’armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 14 Gennaio 2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e alla Circolare 2 Febbraio 2009 n°617 – “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 Gennaio 2009. E’ fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all’origine.

### 2.7 Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all’atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell’esecuzione degli scavi in genere l’Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e a sue spese alla rimozione delle materie franate.

L’Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l’Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in pubblica discarica se eccedenti le necessità di cantiere previo assenso della Direzione dei lavori. In ogni caso le materie

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

Massima cura dovrà essere riposta nella rimozione, stoccaggio, pulizia e ripristino di ogni pavimentazione di pregio.

### 2.8 Scavi in trincea

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per la realizzazione di plinti e cavidotti interrati.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Compiuta la formazione dei plinti di fondazione, la posa dei pozzetti e dei cavidotti, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo quanto specificato nel paragrafo 2.9 – Rinterri.

Se la sezione di base dello scavo sarà superiore ai 50cm, si dovrà effettuare la fresatura di una fascia di 100cm per entrambi i lati del medesimo scavo; se la sezione di base dello scavo stesso sarà inferiore ai 50cm, si dovrà effettuare la fresatura di una fascia di 50cm per entrambi i lati dello scavo medesimo. Per l'esecuzione del manto d'usura si dovrà effettuare una fresatura di 3cm indipendentemente dalla misura della sezione dello scavo.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tutte le attenzioni necessarie proprie dell'operare nel contesto in questione, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione di tutti gli scavi nei pressi di piante o arbusti che facciano prevedere la presenza di impianti radicali.

Tutti gli scavi entro pavimentazioni di pregio dovranno essere realizzati a mano e sotto la stretta sorveglianza del responsabile del cantiere per l'appaltatore.

### 2.9 Rinterri

Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi, si impiegheranno esclusivamente sabbia debitamente pestonata e ghiaia in natura vagliata impastata con calce idraulica in ragione di q.li 1 x m<sup>3</sup> d'impasto (misto cementato) per uno spessore non inferiore a 40cm compressi e successivo strato di Binder (conglomerato bituminoso per uno spessore di 10cm compressi) ed una larghezza maggiorata rispetto allo scavo, previa fresatura secondo quanto prescritto nel paragrafo 2.8 - Scavi in trincea. Potranno, a tale scopo, a giudizio della Direzione dei lavori, essere utilizzate tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti nel cantiere stesso.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose. restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente entro gli scavi, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore .

È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare le scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

### 2.10 Ripristini

L'Appaltatore dovrà ripristinare tutte le pavimentazioni che, a causa di scavi per posa di cavidotti, plinti e pozzetti, verranno parzialmente demolite. Si deve prevedere dunque il ripristino della pavimentazione originaria, in autobloccanti e in asfalto, secondo la regola dell'arte.

Il ripristino del manto stradale bynder dovrà essere eseguito immediatamente (a scavo rinterrato e pestonato) mentre per l'esecuzione del manto d'usura si dovranno prendere accordi entro 20 gg. dalla fine lavori con la Stazione appaltante per l'esecuzione del lavoro e secondo quanto prescritto nel paragrafo 2.8 - Scavi in trincea.

Per l'esecuzione del manto d'usura, in caso di scavo avente larghezza inferiore ai 50cm, si dovrà realizzare un tappeto d'usura avente 300cm di larghezza; in caso di sezione di scavo avente larghezza superiore ai 50cm, si dovrà realizzare un tappeto d'usura avente una larghezza maggiorata rispetto allo scavo di 100cm per ambo i lati dello stesso.

I marciapiedi dovranno essere ripristinati con gli stessi materiali e modalità di esecuzione dell'esistente.

Tutti i ripristini si intendono comprensivi dell'eventuale messa in quota dei chiusini di tutti i sottoservizi esistenti. Il manto di ricopertura dovrà essere eseguito non prima di 60gg. e non oltre i 90gg. dalla data di avvenuto rinterro dello scavo, inoltre dovrà essere data preventiva comunicazione alla Stazione appaltante della data di riasfaltatura del tratto interessato.

### 2.11 Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, nonché le rimozioni di sostegni, cavi, componenti di impianto ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

### 2.12 Protezione linee aeree

Laddove è prevista l'installazione di sostegni e apparecchi di illuminazione adiacente a complessi illuminanti esistenti con linea aerea, si deve prevedere il completo isolamento del cavo aereo per evitare il contatto tra il conduttore e il palo.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 2.13 Cavidotti - Pozzetti - Blocchi di fondazioni

#### 2.13.1 Cavidotti

Nell’esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni sufficienti a garantire il passaggio delle tubazioni per i cavi di alimentazione,
- fornitura e posa di tubazioni rigide e/o flessibili in materiale plastico a sezione circolare nel numero e con diametro sufficiente ad ospitare i conduttori;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta, sulla base delle indicazioni fornite dalla Direzione Lavori. Particolare cura dovrà porsi nell’operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici.
- il ripristino a regola dell’arte con particolare cura per le pavimentazioni autobloccanti.

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare.

Il rinterro tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l’esecuzione dei getti è implicitamente compensata con il prezzo dell’opera.

L’appaltatore, durante le opere di realizzazione dell’impianto elettrico, non potrà esimersi dal verificare il corretto passaggio dei cavi di alimentazione all’interno degli stessi e dall’esecuzione di ogni opera di ripristino che possa concludere il lavoro rendendo gli impianti perfettamente funzionanti e pronti ad essere gestiti.

Il ripristino di tutte le opere dopo l’esecuzione dei collegamenti elettrici è implicitamente compensata con il prezzo dell’opera.

#### 2.13.2 Pozzetti di ispezione

Le opere in appalto comprendono l’impiego e la realizzazione di nuovi pozzetti, quindi l’appaltatore dovrà apportare la massima cura nel loro trattamento durante l’esecuzione delle opere impiantistiche. Eventuali danneggiamenti ai pozzetti ed ai relativi chiusini dovuti a incuranza durante le lavorazioni saranno a carico dell’Appaltatore stesso.

#### 2.13.3 Blocchi di fondazione

I blocchi di fondazione dovranno essere realizzati e dimensionati secondo le caratteristiche del terreno, del carico e sovraccarico e delle condizioni di vento ed atmosferiche. L’appaltatore, durante le opere di realizzazione dell’impianto elettrico non potrà comunque esimersi dall’esecuzione di ogni opera di ripristino che possa concludere il lavoro rendendo gli impianti perfettamente funzionanti e pronti ad essere gestiti. Eventuali danneggiamenti ai blocchi di fondazione dovuti a incuranza durante le lavorazioni saranno a carico dell’Appaltatore stesso.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 3. NORME TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI

#### 3.1 Classificazione degli ambienti

Analizzando le prescrizioni e le normative vigenti, con riferimento in particolare alle CEI 64-8/7 per l’individuazione degli ambienti speciali, si possono sviluppare le considerazioni qui di seguito esposte.

Le aree interessate dagli impianti elettrici, oggetto del presente progetto, sono da considerarsi ambiente ordinario interno ed esterno di illuminazione pubblica; di conseguenza rientrano, anche, nel contesto della Norma CEI 64-7, la quale regola la classificazione degli “Impianti elettrici di illuminazione pubblica”, ovvero, complesso formato dalle linee d’alimentazione, dai sostegni e dalle apparecchiature destinato a realizzare l’illuminazione in aree esterne.

La presente Norma integra ed in parte modifica la Norma CEI 64-8, prevede ordinarie condizioni di installazione e pertanto ulteriori normative o precauzioni devono essere adottate per gli impianti con caratteristiche particolari.

La classificazione scaturisce in relazione alle modalità di collegamento degli apparecchi di illuminazione, in relazione alla tensione nominale ed in relazione all’uso esclusivo o meno della linea di alimentazione per gli apparecchi di illuminazione chiaramente definiti nella seguente tabella :

Tipi di impianti di illuminazione pubblica		
Tensione di alimentazione	Tipo di impianto	
	Impianto in derivazione	Impianto in serie
Bassissima tensione di sicurezza: SELV e PELV	Impianto di Gruppo A	
Non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua (esclusi gli impianti di gruppo A)	Impianto di Gruppo B	Impianto di gruppo C
Superiore a 1000 V e fino a 6000 V corrente alternata	Impianto di Gruppo D	Impianto di gruppo E

Essendo impianti installati all’esterno, importante è la scelta delle caratteristiche dei componenti in relazione alle sollecitazioni degli agenti atmosferici, in particolare del grado di protezione minimo dei componenti, come indicato dalla seguente tabella :

Grado minimo di protezione dei componenti	
Installazione dei componenti	Grado di protezione
Protetti dalla pioggia ed installati ad altezza uguale o superiore a 3 m dal suolo	<b>IP 22</b>
Esposti alla pioggia ed installati ad altezza uguale o superiore a 3 m dal suolo	<b>IP 23</b>
Posti ad altezza inferiore 3 m dal suolo	<b>IP 43</b>
Apparecchi di illuminazione con coppa di chiusura del vano lampada	<b>IP 44</b>
Componenti interrati o installati in pozzetto	<b>IP 57</b>

La suddetta normativa fissa il livello di isolamento minimo verso terra che i componenti dell’impianto devono possedere in funzione del livello di tensione nominale dell’impianto, i valori sono riportati nella seguente tabella :

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
 con Mandataria Capogruppo  
 Consorzio Stabile Energie Locali



## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### Livello di isolamento minimo dei componenti

Gruppo im- pianto	Tensione nominale U del sistema (kV)	Tipo di isola- mento	Tensione di riferi- mento per l’isolamento	Tensione di tenuta verso massa dei componenti per 60s a 50Hz (kV)	Tensione nominale U0/U dei cavi (kV)
A	-	principale	-	0,5	0,3 / 0,3
B - C	$U \leq 0,4$	principale	-	2	0,45 / 0,75
		rinforzato	-	4	0,6 / 1
	$0,4 < U \leq 1$	principale	-	3	0,6 / 1
		rinforzato	-	6	2,3 / 3
D - E	$1 < U \leq 3$	-	3,6	10	2,3 / 3
	$3 < U \leq 6$	-	7,2	20	6 / 10

### 3.2 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata mediante uno dei seguenti provvedimenti:

- Interruzione automatica dell'alimentazione
- Componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente

#### 3.2.1 Interruzione automatica della alimentazione

Un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito od al singolo componente elettrico, che lo stesso dispositivo protegge contro i contatti indiretti, in modo che, in caso di guasto nel circuito o nel componente, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore a 50 V valore efficace in c.a. od a 120 V in c.c. non ondulata. Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$R_A \cdot I_a < 50 \text{ V}$$

dove

- $R_A$ : è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- $I_a$ : è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere:
  - se interruttore differenziale  $I_a = I_{\Delta n}$  (per ottenere selettività nei circuiti di distribuzione sono ammessi tempi non superiore a 1s);
  - se interruttore automatico magnetotermico o fusibile è la corrente che l'intervento entro 5s (oppure, per gli interruttori automatici, corrente minima che provoca lo scatto istantaneo).

#### 3.2.2 Componenti elettrici di Classe II o isolamento equivalente.

La protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente deve essere assicurata con l'uso:

### Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
 con Mandataria Capogruppo  
 Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

- di componenti elettrici identificati dal segno grafico corrispondente al doppio quadrato concentrico.
- di componenti elettrici aventi solo l’isolamento principale, ai quali sia stato applicato durante l’installazione un isolamento supplementare, oppure alle parti attive nude alle quali sia stato applicato durante l’installazione un isolamento rinforzato: in questi casi deve essere applicato, all’esterno ed all’interno dell’involucro, il segno grafico che identifica il divieto di collegamento a terra.

Utilizzando i suddetti componenti bisogna rispettare le seguenti prescrizioni:

- non sono ammessi rivestimenti con vernici, lacche e prodotti simili, a meno che gli involucri con tali rivestimenti non siano stati sottoposti a prove previste dalle relative norme che permettano tale uso;
- gli involucri isolanti non devono avere viti isolanti la cui sostituzione con viti metalliche potrebbe compromettere l’isolamento;
- se gli involucri sono provvisti di porte o coperchi che possano venire tolti senza l’uso di un attrezzo o di una chiave, deve essere prevista al loro interno una barriera con grado di protezione almeno IP XXB che impedisca alle persone di venire in contatto con tali parti; questa barriera isolante deve poter essere rimossa solo con l’uso di un attrezzo.

Sono considerate in accordo con questa misura di protezione, per i sistemi aventi tensione nominale non superiore a 690 V, le condutture elettriche costituite da:

- Cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non siano provvisti di un rivestimento metallico (per esempio cavi con tensione nominale 450/750 V per un sistema con tensione nominale 230/400 V)
- Cavi unipolari senza guaina in tubo protettivo o canale isolanti, rispondenti alle relative norme.
- Cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l’esterno del cavo. Essendo le precedenti condutture considerate aventi isolamento equivalente alla Classe II, eventuali parti metalliche in contatto con esse non sono da considerare masse.

### 3.3 Protezione contro i contatti diretti

Per la protezione contro i contatti diretti le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

L’isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative norme.

Si evidenzia che vernici, lacche, smalti e prodotti similari da soli non sono in genere considerati idonei per assicurare un adeguato isolamento per la protezione contro i contatti diretti.

Le parti attive devono essere posti entro involucri o dietro barriere tali da garantire almeno il grado di protezione IPXXB, sono, comunque, ammesse aperture più grandi per permettere la sostituzione di lampade in apparecchi di illuminazione e di cartucce in fusibili in accordo con le prescrizioni delle relative norme.

Le superfici superiori orizzontali delle barriere e degli involucri che sono a portata di mano devono avere almeno il grado di protezione IPXXD.

Quando sia necessario togliere barriere o aprire involucri, questo deve essere possibile solo:

- con l’uso di un attrezzo o di una chiave, quando questa ultima sia in esemplare unico, in numero limitato ed affidata a personale addestrato; oppure
- quando il ripristino dell’alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri;

oppure

- quando esista una barriera intermedia, con grado di protezione IPXXB, che possa essere rimossa solo con l’uso di un attrezzo o di una chiave.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

L'uso di interruttori differenziali con corrente differenziale di intervento non superiore a 30 mA è riconosciuto quale misura di protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

### 3.4 Protezione delle condutture dalle sovracorrenti

I conduttori devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico od un corto circuito, con la sola eccezione del caso in cui la sorgente di alimentazione non sia in grado di fornire una corrente superiore alla loro portata (come ad esempio alcuni trasformatori per suonerie ed alcuni tipi di gruppi elettrogeni).

Si ricorda che si intende per:

- **sovracorrente:** ogni corrente che supera il valore nominale (per le condutture, il valore nominale è la portata).
- **sovraccarico:** una sovracorrente che si verifica in un circuito elettricamente sano.
- **cortocircuito:** una sovracorrente che si verifica in seguito a un guasto di impedenza trascurabile fra due punti fra i quali esiste tensione in condizioni ordinarie di esercizio.

#### 3.4.1 Protezione delle condutture contro i sovraccarichi

Le caratteristiche di funzionamento dei dispositivi di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- $I_B$  corrente di impiego del circuito.
- $I_n$  corrente nominale del dispositivo di protezione (se il dispositivo è regolabile  $I_n$  è la corrente di regolazione)
- $I_z$  portata in regime permanente delle condutture
- $I_f$  corrente che assicura l'intervento del dispositivo entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Il dispositivo che protegge una conduttura contro i sovraccarichi può essere posto lungo il percorso di questa conduttura se nel tratto di conduttura tra il punto in cui si presenta una variazione di sezione, di materiale o modo di posa, ed il punto in cui è posto il dispositivo di protezione non vi siano né derivazioni né prese a spina.

Non è necessario prevedere dispositivi di protezione contro i sovraccarichi per:

- i circuiti la cui apertura potrebbe comportare pericoli per il funzionamento degli impianti interessati (i circuiti di eccitazione delle macchine rotanti, di alimentazione degli elettromagneti di sollevamento, secondari dei trasformatori di corrente, che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio).
- le condutture situate a valle di variazioni di sezioni, di diverso materiale o modi di posa, quando siano protette da dispositivi di protezione posti a monte.
- le condutture che alimentano apparecchi utilizzatori od altri circuiti che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico.
- gli impianti di telecomunicazione, comando, segnalazione e simili.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 3.5 Protezione delle condutture contro i cortocircuiti

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti:

- deve avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione, a meno che a monte non sia installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione e che l'energia che entrambi lasciano passare non sia tale da danneggiare il dispositivo posto a valle.
- deve essere in grado di interrompere la corrente di cortocircuito che si presenta in un punto qualsiasi del circuito in un tempo non superiore a quello che porti i conduttori alla temperatura limite ammissibile, per i cortocircuiti di durata non superiore a 5s la condizione da soddisfare è la seguente:

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

dove:

- $I^2t$  è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito, in  $A^2s$ .
- $K$  è un coefficiente i cui valori sono fissati dalla Norma CEI 64-8 (434.3.2)
- $S$  è la sezione dei conduttori, in  $mm^2$ .

Il dispositivo di protezione contro i corto circuiti deve essere installato nel punto in cui una riduzione di sezione o ogni altra variazione, comporti una riduzione del coefficiente K, con le seguenti eccezioni:

- il tratto di conduttura tra il punto in cui sia posto il dispositivo di protezione ed il punto in cui vi sia una riduzione di sezione (o un'altra variazione);
- non superi 3 m;
- sia realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito;
- non sia posto in vicinanza di materiale combustibile;
- il dispositivo posto a monte delle variazioni di sezioni o di altre variazioni sia adatto a proteggere la conduttura posta a valle.

E' ammesso non prevedere dispositivi di protezione contro i cortocircuiti per:

- le condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri di comando e protezione, quando i dispositivi di protezione siano posti su questi quadri; i circuiti la cui apertura potrebbe comportare pericoli per il funzionamento degli impianti interessati (i circuiti di eccitazione delle macchine rotanti, di alimentazione degli elettromagneti dei trasformatori di corrente, che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio);
- alcuni circuiti di misura;

a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due condizioni seguenti:

- la conduttura sia realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito;
- la conduttura non sia posta in vicinanza di materiali combustibili;

Se un unico dispositivo contro i sovraccarichi risulta in accordo con le prescrizioni riguardanti la protezione degli stessi di una determinata conduttura ed ha un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di cortocircuito del tratto di conduttura situata a valle di quel punto, cioè non è necessaria la verifica della corrente di cortocircuito minima.

### 3.6 Dispositivi di protezione

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 3.6.1 Interruttori automatici

Gli interruttori automatici svolgono un ruolo determinante nell’impianto elettrico, le loro funzioni fondamentali sono quelle di sezionamento e protezione.

La scelta degli interruttori automatici è stata fatta in modo da garantire la sicurezza dei beni, delle persone e dei cicli produttivi. Gli interruttori automatici ad uso domestico e similare sono specificati con il potere di cortocircuito nominale Icn, mentre gli interruttori ad uso industriale sono specificati con il potere di interruzione estremo Icu e con il potere di interruzione di servizio Ics.

I costruttori di interruttori automatici possono scegliere il rapporto Ics/Icu tra i seguenti valori: 0,25-0,5-0,75-1.

Per la protezione delle condutture contro i cortocircuiti gli interruttori automatici sono stati scelti con un potere di interruzione estremo e con un potere di cortocircuito nominale maggiore o uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione e con un rapporto Ics/Icu tanto più elevato quanto più è importante la continuità di servizio.

Per la protezione contro il sovraccarico delle condutture gli interruttori automatici sono stati scelti con una corrente nominale minore o uguale alla portata delle stesse.

Gli interruttori automatici da utilizzare potranno essere di tipo compatto, modulare o scatolato e con curve caratteristiche di intervento di tipo B,C,D,K,Z.

### 3.6.2 Interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali sono classificati in tre tipi secondo la loro attitudine a funzionare in presenza di una corrente di guasto avente componenti continue o pulsanti unidirezionali:

- **Classe AC**  
Dispositivi differenziali sensibili alla sola corrente di dispersione alternata
- **Classe A**  
Dispositivi differenziali che garantiscono le caratteristiche di funzionamento anche per correnti di dispersione con componenti pulsanti ben specificate
- **Classe B**  
Dispositivi differenziali che garantiscono le caratteristiche di funzionamento anche per correnti di dispersione di tipo continue.

Inoltre per gli ambienti ad uso domestico e similare gli interruttori differenziali sono classificati in:

- **Tipo generale**
- **Tipo S: selettivo**

Gli interruttori differenziali svolgono un ruolo determinante per la protezione contro i contatti indiretti.

Quindi la scelta degli interruttori differenziali deve essere fatta in modo da assicurare la suddetta protezione.

Inoltre per ragioni legate alla continuità di esercizio deve essere previsto il coordinamento selettivo tra due o più differenziali disposti in serie utilizzando interruttori differenziali di tipo generale a valle e di tipo S a monte dei circuiti.

I dispositivi differenziali dovranno essere dei seguenti tipi:

- Senza sganciatori di sovracorrente, differenziali puri, devono essere necessariamente essere coordinati con adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti
- Con sganciatori di sovracorrente:
  - di tipo monoblocco
  - di tipo con modulo differenziale associabile
- Relè differenziale a toroide separato (l’insieme necessario per il funzionamento è costituito dal toroide o trasformatore di corrente e dal relè differenziale, associati al dispositivo di interruzione provvisto della relativa bobina di apertura).

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 3.7 Conduitture

Gli impianti elettrici devono essere realizzati con condutture costituite da cavi e tubi con le caratteristiche di seguito riportate.

#### 3.7.1 Tipi di cavi

Per la realizzazione dei circuiti si devono utilizzare i seguenti tipi di cavo:

- per posa all’interno ed all’esterno non interrata:
  - H07V-K**  
cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante la fiamma);
  - N07V-K**  
cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi);
  - N07G9-K**  
cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante l’incendio e a ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi);
  - FROR 450/750 V**  
cavo multipolare con isolamento e guaina in PVC (non propagante l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi).
- per posa all’interno ed all’esterno anche interrata:
  - N1VV-K**  
cavo unipolare o multipolare con isolamento e guaina in PVC (non propagante l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi);
  - FG7R 0,6/1 kV**  
cavo unipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC (non propagante l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi);
  - FG7(O)R 0,6/1 kV**  
cavo multipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC (non propagante l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi).
  - FG7(O)M1 0,6/1 kV**  
cavo multipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina termoplastica atossica (non propagante l’incendio e a ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi).
  - FG10(O)M1 0,6/1 kV**  
cavo multipolare, isolato in gomma di qualità G10, con guaina termoplastica atossica (non propagante l’incendio, resistente al fuoco e a ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi).
- per posa all’interno di edifici pregevoli dove occorre coniugare estetica e sicurezza
  - Isolamento Minerale**  
cavo multipolare, isolamento minerale (ossido di magnesio), Serie H 750 V con guaina in tubo continuo di rame e conduttori in rame; (non propagante l’incendio e resistente al fuoco)
- per la realizzazione dei circuiti di comando e di segnalazione si dovranno utilizzare i seguenti tipi di cavo, oltre a quelli su indicati:
  - H05V-K**

### Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante la fiamma);

- **H07RN-F**  
cavo multipolare flessibile isolato in gomma, con guaina in policloroprene ; PVC (non propagante la fiamma);
- **FROR 300/500 V**  
cavo multipolare isolato in PVC e con guaina in PVC.

5. per la realizzazione dei circuiti telefonici si dovranno utilizzare i seguenti tipi di cavo:

- **TR/HR**  
cavo multipolare, isolato in PVC, con guaina in PVC (non propagante l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi);

### 3.7.2 Colori distintivi

Si deve utilizzare il colore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu chiaro per il conduttore di neutro.

In assenza del conduttore di neutro, l’anima di colore blu chiaro dei cavi multipolari può essere utilizzata come conduttore di fase.

Non sono richiesti colori particolari per i conduttori di fase.

Per gli eventuali circuiti SELV è bene utilizzare cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

### 3.7.3 Sezione dei conduttori di fase e di neutro

La sezione dei conduttori di fase nei circuiti a c.a. e dei conduttori attivi nei circuiti a c.c. non deve essere inferiore ai seguenti valori:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di potenza;
- 0,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando.

Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifasi quando la sezione è inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>.

Nei circuiti trifase con conduttori di fase in rame di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup> il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, con un minimo di 16 mm<sup>2</sup>, purché i carichi siano sostanzialmente equilibrati.

### 3.7.4 Cavi in parallelo

Quando due o più conduttori sono collegati in parallelo sulla stessa fase o polo del sistema si devono rispettare i seguenti accorgimenti:

- i conduttori devono avere uguale sezione ed essere dello stesso materiale;
- i conduttori devono avere approssimativamente la stessa lunghezza e non devono avere derivazioni intermedie di altri circuiti;
- i conduttori in parallelo devono appartenere tutti a cavi multipolari o unipolari cordati ad elica o trasposti lungo il percorso.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

Per cavi unipolari non cordati o trasposti, disposti a trifoglio o in piano, aventi conduttori in rame con sezione superiore a 50 mm<sup>2</sup> si devono adottare particolari accorgimenti di installazione, per esempio quelli descritti nelle seguenti tabelle.

CAVI POSATI A TRIFOGLIO									
Numero di terne nello stesso strato	2		3			4			
	T RS	T SR	T RS	T SR	T RS	T RS	T SR	T RS	T SR

CAVI SPAZIATI IN ORIZZONTALE O IN VERTICALE							
Numero di terne nello stesso strato*	2		4				
	RST	TSR	RST	TSR	RST	TSR	

\* Quando i cavi sono posati su più strati le disposizioni indicate devono essere ripetute in ciascun strato

### 3.7.5 Caduta di tensione

I cavi sono stati dimensionati in modo che la caduta di tensione tra il punto di consegna dell’energia elettrica e qualunque altro punto dell’impianto non supera il 4% della tensione nominale.

### 3.7.6 Tubi protettivi e canali

I tubi protettivi in materiale isolante, pieghevoli o rigidi, dal punto di vista della robustezza sono di tipo medio o pesante.

I tubi di tipo medio possono essere utilizzati sottotraccia, a parete, a soffitto e per la posa sotto il pavimento.

I tubi di tipo pesante devono essere utilizzati per la posa a vista fino a 2,5 m di altezza e dove la particolarità dell’ambiente lo richiede.

I tubi metallici devono essere utilizzati se è necessario proteggere le condutture da violenti urti.

Il diametro interno dei tubi protettivi deve essere almeno pari a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi.

La sezione occupata dai cavi di energia nei canali non deve superare il 50% della sezione utile del canale stesso, tenuto conto del volume occupato dalle connessioni. Nei canali possono essere posati anche cavi senza guaina. Sulle passerelle sono ammessi solo cavi con guaina. Se uno stesso canale è utilizzato per cavi di energia e cavi di segnale deve essere munito di setti separatori; in alternativa:

- si può posare all’interno del canale un altro canale di dimensioni ridotte o un tubo protettivo;
- si possono utilizzare cavi di segnale isolati per la tensione nominale dei cavi di energia.

### 3.7.7 Installazioni interrata

Le tubazioni interrate saranno in polietilene, di tipo rigido ovvero corrugato a doppia camera interna liscia; eventuali giunti per tubi rigidi saranno di tipo “a bicchiere” sigillati con apposito collante. Le giunzioni e gli imbocchi dovranno inoltre essere particolarmente curati onde evitare ostacoli allo scorrimento dei cavi.

La posa dovrà avvenire a non meno di 50 cm di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 10 cm di spessore; inoltre dovrà essere steso a 30 cm sopra la tubazione un nastro avvisatore in polietilene, riportante la dicitura del tipo di servizio sottostante ovvero del colore definito in sede di DL.

I tratti interrati, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con copponi in calcestruzzo vibrato, ovvero con getto di calcestruzzo magro; gli incroci di cavidotti diversi dovranno essere protetti con getto di calcestruzzo magro.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
 con Mandataria Capogruppo  
 Consorzio Stabile Energie Locali



## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

Ogni singola tratta di cavidotto dovrà essere omogenea, cioè costituita dallo stesso tipo di tubo.

In corrispondenza dei cambiamenti di direzione ovvero in eventuali cambiamenti di tipologie di cavidotto (monotubotributo) e ad intervalli non superiori a 25 m dovranno essere previsti dei pozzetti di ispezione.

I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso uno dei pozzetti di almeno 0,3% per evitare il ristagno dell’acqua all’interno del tubo; i tratti entranti nel fabbricato dovranno essere posati con pendenza verso l’esterno per evitare l’ingresso dell’acqua. Tutti i pozzetti saranno senza fondo, o comunque con adeguati fori per evitare il ristagno dell’acqua.

I gruppi di tubi dovranno essere mantenuti compatti mediante posa ogni 1,5 m di sellette o altri dispositivi che ne garantiscano il loro posizionamento e ordine lungo tutto il percorso, evitando in tal modo incroci e accavallamenti e garantendo la rispondenza della posizione di ciascun tubo a inizio e fine tratta.

Onde evitare che corpi estranei, come polvere e acqua, penetrino nei tubi, in tutte le fasi operative le estremità dei tubi in ingresso e uscita da ogni pozzetto dovranno essere chiuse con apposito tappo a espansione ovvero sigillate con un passacavo stagno.

I tubi corrugati vuoti saranno corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza.

Dove la distanza tra i pozzetti e/o la presenza dei sottoservizi è tale da richiedere la giunzione di due pezzature, questa sarà realizzata in modo da evitare che:

- acqua e polvere entrino nei tubi;
- le due estremità da giuntare siano disallineate.

Il giunto dovrà inoltre garantire:

- una buona resistenza meccanica;
- tenuta pneumatica (>8bar) per tubi PE adatti alla posa con fluidi: aria/acqua.

Le profondità di interrimento delle tubazioni contenenti le tipologie di servizi indicati, salvo diverse indicazioni da parte di gestori di energia o comunicazioni, saranno le seguenti:

- cavi BT  $\geq 0,50$  m (in area privata)  $\geq 1,00$  m (in strada pubblica);

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto. Nell’incrocio tra cavi di energia e di telecomunicazione direttamente interrati, la distanza deve essere almeno di 0,3 m ; il cavo posto superiormente deve essere protetto per la lunghezza di 1m. La protezione deve essere realizzata con cassetta, oppure in tubo, preferibilmente in acciaio zincato o inossidabile, di spessore almeno 2mm. Se uno dei due cavi è posato in tubazione ed è possibile sostituire il cavo senza effettuare scavi (cavo sfilabile), non è necessario rispettare le prescrizioni di cui sopra.

Un cavo di energia direttamente interrato, che incrocia una tubazione metallica, deve essere posto ad una distanza di almeno 0,5 m dalla tubazione stessa. Tale distanza può essere ridotta a 0,3 m se il cavo, o il tubo metallico, è contenuto in un manufatto di protezione non metallico, oppure se nell’incrocio viene interposto un elemento separatore anch’esso non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo o di materiale rigido isolante.

### 3.7.8 Cassette

Le cassette sono saldamente fissate alle strutture. Sono preferibili le cassette con coperchio fissato con viti, mentre sono sconsigliabili i coperchi ancorati con graffette.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

E’ consigliabile che connessioni e cavi posati all’interno delle cassette non occupino più di 50% del volume interno della cassetta stessa.

Nelle cassette di derivazione i conduttori possono anche transitare senza essere interrotti, essi devono essere attestati su morsettiere di sezione adeguata, realizzate, di norma con morsetti in materiale termoplastico isolante autoestinguento con lamella, montati su guida DIN o tramite morsetti isolanti che garantiscono un grado di protezione minimo IP2X.

In particolare sono richieste:

- Scatole in materiale termoplastico con grado di protezione non inferiore a IP40.
- Cassette in materiale termoindurente, resina poliestere, rinforzato con fibre di vetro per gli ambienti ove è richiesto un grado di protezione IP55 o oltre.

Inoltre tutte le derivazioni sono eseguite tramite apposita scatola.

Non è ammesso il transito nella stessa cassetta di conduttori appartenenti a impianti o servizi differenti, se non con l’impiego dei relativi diaframmi.

In ogni caso, al fine di garantire una agevole sfilabilità dei cavi, devono essere previste cassette di derivazione sulle tubazioni ogni 2 curve e comunque ogni 15 m di tubazione rettilinea.

### 3.7.9 Connessioni

Le connessioni (giunzioni e derivazioni) sono eseguite con appositi morsetti, con o senza vite.

Non è consentito ridurre la sezione dei conduttori, né lasciare parti conduttrici scoperte.

Le connessioni devono essere accessibili per manutenzione, ispezione e prove, per questo motivo devono essere in genere ubicate entro cassette.

Le connessioni non sono ammesse nei tubi, di sezione circolare o di altra forma; sono sconsigliate entro le scatole portafrutti.

Le connessioni entro i canali sono ammesse, anche se nel minor numero possibile; le giunzioni devono unire i cavi delle stesse caratteristiche e colore delle anime.

Per informazioni più precise e particolareggiate vedasi la sezione B elaborati grafici allegati alla presente relazione tecnica di progetto esecutivo.

### 3.8 Quadri elettrici di distribuzione e comando

Sono componenti destinati alla distribuzione della forza motrice e dell’illuminazione, all’alimentazione ed al comando degli utilizzatori.

I quadri elettrici sono da considerare componenti dell’impianto.

Tutti i quadri sono rispondenti alla Norma CEI 17/13-1 “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)” e/o alla Guida CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.

Come tutti i componenti elettrici, anche i quadri devono avere una targa sulla quale deve essere indicato il nome del costruttore, o il marchio di fabbrica, insieme al tipo e/o numero di identificazione, in modo che sia possibile ottenere le informazioni previste dalla norma.

La segregazione mediante barriere o diaframmi (metallici o isolanti) può avere lo scopo di:

- assicurare la protezione contro i contatti indiretti (almeno IPXXB), in caso di accesso ad una parte del quadro posta fuori tensione;
- ridurre la probabilità di innesco e di propagazione di un arco interno;
- impedire il passaggio di corpi solidi fra parti diverse del quadro (grado di protezione almeno IP2X);

Per diaframma si intende l’elemento di separazione tra due moduli porta apparecchi.

La suddivisione può essere :

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

- a scomparto
- a frazione di scomparto
- a celle (frazione di scomparto completamente chiuso salvo che per i passaggi delle connessioni).

La segregazione delle unità funzionali necessaria in certi casi ai fini dell’accessibilità sotto tensione per manutenzione ordinaria o straordinaria, è classificata nell’appendice D della Norma CEI 17-13/1 in quattro forme:

- **Forma 1**  
nessuna separazione
- **Forma 2**  
separazione del sistema di sbarre dalle unità funzionali
- **Forma 3**  
separazione del sistema di sbarre dalle unità funzionali e separazione fra loro delle singole unità funzionali; i morsetti delle unità funzionali sono però connessi permanentemente alle sbarre e sono in genere compresi nella cella ed accessibili
- **Forma 4**  
come la forma 3 ma con unità funzionali, in genere di tipo estraibile, in modo che si abbia anche la segregazione nel comparto sbarre dei terminali (in genere ad innesto); è questa la tipica forma dei quadri a celle tipo «Power-Center» - «Control-Center».

### 3.8.1 Configurazione e dimensioni

Deve essere preventivamente verificata a cura del Costruttore del quadro la compatibilità delle dimensioni dell’apparecchiatura con la possibilità di trasporto, transito e collocazione, ricorrendo all’occorrenza ad una suddivisione dell’apparecchiatura per il trasporto.

In questo caso il rimontaggio sul posto deve essere effettuato a cura e spese del costruttore.

Vanno comunque rispettata la Norma CEI 17-113/1 o la Norma CEI 23-51 circa le condizioni di accessibilità dei componenti all’esterno ed all’interno dell’apparecchiatura.

- Tutti i componenti devono essere conformi alle relative Norme.
- I terminali delle apparecchiature non devono avere altezza inferiore a 20 cm sopra il piano del pavimento e gli strumenti di misura non devono essere montati ad altezza superiore a 2 m dal pavimento.
- gli attuatori dei dispositivi di manovra vanno in genere collocati ad un’altezza compresa tra 0,8 e 1,6 m dal pavimento.

Per quanto concerne i componenti o apparecchiature, a sé stanti, alloggiati nel quadro, per i quali esistono norme particolari, si distinguono in:

- **sbarre collettrici**  
destinate all’alimentazione principale dei circuiti di potenza
- **circuiti principali**  
comprendenti gli apparecchi e le connessioni che convogliano correnti forti, destinate ad energizzare gli utilizzatori (circuiti di potenza);
- **circuiti ausiliari**  
comprendenti i dispositivi e le connessioni che convogliano correnti deboli, destinate al controllo, alla segnalazione e al telecomando;
- **unità funzionali**  
comprendenti tutti i componenti elettrici quali apparecchi di protezione e manovra (interruttori, contattori, avviatori, sezionatori); le unità funzionali contenute in un quadro possono essere non separate mediante barriere o

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

diaframmi per ottenere la protezione contro i contatti diretti, la limitazione della probabilità di innesco d’arco, la protezione contro il passaggio di corpi solidi.

- **sottoassiemi elettronici e parti di equipaggiamento**  
(circuiti stampati, alimentatori, regolatori ecc.).

Le apparecchiature contenute devono essere montate e cablate secondo quanto previsto dalle normative in vigore, e tenendo conto di determinati requisiti tecnici, quali:

- sollecitazioni meccaniche e termiche;
- scegliere gli apparecchi incorporati, con riferimento sia al comportamento termico (correnti nominali) sia al cortocircuito (poteri di interruzione);
- adottare le soluzioni idonee che consentono di rispettare tutte le prescrizioni normative, ed in particolare i limiti di sovratemperatura;
- definire le caratteristiche nominali del quadro (vedi dati tecnici);

La scelta ed il dimensionamento delle apparecchiature deve essere determinata dalle grandezze in gioco indicate sullo schema a blocchi e sugli schemi dei quadri che sono in allegato.

Normalmente gli interruttori automatici devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tipo compatto, modulare o scatolato
- curva di intervento normalizzata secondo l’utenza da alimentare (B, C, D, K e Z)
- potere d’interruzione (Icu o Ics) maggiore o uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d’installazione.

### 3.8.2 Dati tecnici:

I dati esposti di seguito devono essere riportati su opportuna targa da fissare sul quadro in posizione di facile identificazione e lettura.

- Norme del costruttore o marchi di fabbrica (intendendosi per costruttore la ditta o l’impresa che cura il montaggio finale, se trattasi di quadro da completarsi);
- Tipo o numero di identificazione (o altro mezzo che consente di ottenere dal costruttore tutte le informazioni complementari necessarie);
- Norma di riferimento (CEI 17-113/1 oppure CEI 23-51);
- Natura della corrente e frequenza;
- Tensioni nominali di funzionamento e di isolamento;
- Tensioni nominali dei circuiti ausiliari;
- Limiti di funzionamento (valori ammissibili della corrente di picco, di breve durata, di cortocircuito etc.);
- Corrente nominale di ciascun circuito;
- Tenuta al cortocircuito;
- Grado di protezione;
- Misure per la protezione delle persone contro i contatti diretti ed indiretti;
- Condizioni di servizio (se diverse da quelle nominali);
- Sistema di messa a terra;
- Dimensioni, massa.

### 3.8.3 Condizione di accessibilità da parte di personale autorizzato

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

Quando il quadro non ha per costruzione una misura di protezione totale contro i contatti diretti, l’accessibilità è consentita unitamente al personale autorizzato debitamente addestrato e per mezzo di chiave o attrezzo meccanico, e che esistano appositi cartelli ammonitori.

L’agibilità a persone addestrate richiede che sia soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- distanza sufficiente tra il gruppo funzionale, ispezionabile, debitamente protetto ed i gruppi funzionali adiacenti;
- uso di barriere di suddivisione fra scomparti;
- uso di celle di segregazione;

In base a quanto precedentemente descritto devono essere rispettate le seguenti disposizioni:

### 3.8.4 Caratteristiche circuiti elettrici

Le apparecchiature devono essere raggruppate nei singoli elementi della struttura costituente il quadro elettrico secondo un nesso logico corrispondente agli schemi.

I collegamenti ausiliari e di potenza devono essere eseguiti in corda di rame flessibile od in sbarre di rame isolate su materiale ceramico con sezione adeguata alla portata massima nominale degli interruttori relativi (e non dei relè).

I supporti devono essere previsti per sopportare la massima corrente di picco verificabile.

*Le morsettiere devono essere ampiamente dimensionate, raccolte nel quadro, ad una altezza tale da consentire una comoda ed ordinata introduzione dei cavi esterni ed un razionale allacciamento e saranno chiaramente numerate con rispondenza agli schemi.*

Tutti i terminali di qualsiasi conduttore (ausiliari o di potenza) devono essere chiaramente contraddistinti da testafili numerati con perfetta rispondenza allo schema topografico e funzionale.

Il quadro deve disporre di adeguata sbarra di terra, parallela alla morsettiera, per l’attacco dei conduttori di terra dei cavi.

Ogni quadro elettrico deve altresì essere munito di:

- Tutti gli accessori di minuto montaggio, conduttori, viteria e tutto quanto occorre per dare il quadro finito e funzionante a perfetta Regola d’Arte.
- Targhette incise interne ed esterne in corrispondenza di ogni apparecchio per la chiara identificazione della destinazione dei singoli circuiti ed apparecchi; le targhette interne presso i singoli componenti riportano in modo chiaro, indelebile e permanente la sigla corrispondente agli schemi.
- Anche i singoli pulsanti e gli indicatori luminosi hanno la propria targhetta incisa, indicatrice della specifica funzione.

Devono essere adottate tutte le misure e gli accorgimenti per dare al quadro elettrico la maggiore sicurezza di funzionamento, la più pronta accessibilità e la più agevole manutenzione.

Rispondenza compete alle Norme CEI 17-13/1 o CEI 23-51 e Norme specifiche per criteri di dimensionamento - prove di tipo e verifiche di collaudo.

Per la configurazione dei quadri e sottoquadri elettrici vedasi gli schemi unifilari allegati alla Relazione tecnica specialistica – impianti elettrici.

### 3.9 Illuminazione artificiale

Gli impianti elettrici di illuminazione interna e pubblica esterna comportano complessi problemi progettuali che coinvolgono oltre agli usuali criteri di dimensionamento, protezione e scelta del materiale elettrico, anche l’illuminotecnica e la statica edile.

Gli stessi criteri di sicurezza elettrica abbisognano di accorgimenti integrativi che tengono conto della presenza di pubblico anonimo in un ambiente non sorvegliato, soggetto ad ogni sorta di manomissione, non esclusi gli atti vandalici.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

Di conseguenza l’illuminazione da realizzare in un’opera di questo tipo, è un argomento così specifico e di così grande rilievo, dal punto di vista illuminotecnico, che non sarà approfondito in questo paragrafo, ma trova ogni chiarimento, specifica ed illustrazione nel progetto illuminotecnico il quale è da considerarsi parte integrante del presente.

### 3.10 Impianto di terra

L’impianto di terra è destinato a realizzare la messa a terra di protezione che, coordinata con un idoneo dispositivo di protezione, realizza il metodo di protezione denominato "protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione". In ogni impianto utilizzatore la messa a terra di protezione di tutte le parti dell’impianto e tutte le messe a terra di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori devono essere effettuate collegando le parti interessate ad un impianto di terra unico.

La scelta e il dimensionamento dei componenti dell’impianto di terra è stata fatta in modo che:

- il valore della resistenza di terra sia in accordo con le esigenze di protezione di funzionamento dell’impianto elettrico;
- l’efficienza dell’impianto di terra si mantenga nel tempo;
- le correnti di guasto e di dispersione a terra possano essere sopportate senza danni, in particolare dal punto di vista delle sollecitazioni di natura termica, termomeccanica ed elettromeccanica;
- i materiali abbiano adeguata solidità adeguata protezione meccanica, tenuto conto delle influenze esterne.

#### 3.10.1 Dispersioni

Il dispersore può essere costituito da :

- tondi, profilati, tubi;
- nastri, corde;
- piastre;
- conduttori posti nello scavo di fondazione;
- ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno;
- -tubazioni metalliche dell’acqua, purché vi sia il consenso dell’esercente dell’acquedotto e vengano date adeguate disposizioni in base alle quali il responsabile degli impianti elettrici venga informato di ogni modifica che si intende apportare alle tubazioni dell’acquedotto.
- -altre strutture interrate adatte allo scopo, le tubazioni metalliche per liquidi o gas infiammabili non devono essere usate come dispersori.

Una delle migliori soluzioni consiste nel disporre conduttori, che assicurano una buona aderenza con il terreno, nello scavo di fondazione degli edifici e nel collegare all’insieme dispersore-conduttori di protezione le masse estranee ed i ferri di armatura del cemento armato (terra di fondazione).

Il tipo e la profondità di messa in opera dei dispersori devono essere tali, che fenomeni di essiccamento o di congelamento del terreno non aumentino la resistenza di terra nel dispersore al di sopra del valore richiesto.

Per il dispersore è conveniente l’impiego di rame, di acciaio rivestito di rame e di materiali ferrosi zincati in modo da contenere i danni meccanici dovuti alla corrosione e di conseguenza il possibile aumento della resistenza dell’impianto di terra.

I valori minimi raccomandati, delle dimensioni trasversali dei dispersori, per terreni non particolarmente aggressivi sono dati nella seguente tabella:

TIPO DI ELET- TRODO	DIMENSIONI	ACCIAIO ZINCATO A CALDO	ACCIAIO RIVESTITO DI RAME ELET- TRICO	ACCIAIO RI- VESTITO DI RAME E- STRUSO	RAME NUDO
------------------------	------------	----------------------------	---	--	-----------

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali

### Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

Piattina	Sezione Spessore	90 mm <sup>2</sup> 3 mm			50 mm <sup>2</sup> 2 mm
Tondo per di- spersore orizzon- tale	Diametro Sezione	10 mm			25 mm <sup>2</sup>
Corda	∅ filo elementare Sezione corda				1,8 mm 35 mm <sup>2</sup>
Tubo	∅ esterno Spessore	25 mm 2 mm			20 mm 2 mm
Barra tonda per picchetto	Diametro	16 (20) mm	14 (15) mm	15 mm	
Picchetto in profi- lato	Spessore Sezione	3 (5) mm 90 (250) mm <sup>2</sup>			

#### 3.10.2 Conduttori di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che unisce il nodo di terra all’impianto di terra.

Le sezioni convenzionali minime del conduttore di terra sono indicate nella tabella seguente:

	PROTETTO MECCANICAMENTE	NON PROTETTO MECCANICAMENTE
PROTETTO CONTRO LA CORROSIONE	come il conduttore di protezione	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)
NON PROTETTO CONTRO LA CORROSIONE	25 mm <sup>2</sup> Rame 50 mm <sup>2</sup> Ferro Zincato (*)	

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

In ambienti non particolarmente aggressivi dal punto di vista chimico il rame e il ferro zincato, non provvisti di guaina, si considerano protetti contro la corrosione.

Il collegamento di un conduttore di terra ad un dispersore deve essere effettuato in modo accurato ed elettricamente soddisfacente.

#### 3.10.3 Collettore( o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere usato un morsetto od una sbarra per costituire un collettore principale di terra al quale si devono collegare i seguenti conduttori:

- i conduttori di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- i conduttori di terra funzionali, se richiesti.

Sul conduttore di terra, in posizione accessibile, deve essere previsto un dispositivo di apertura che permette di misurare la resistenza di terra: tale dispositivo può essere convenientemente combinato con il nodo principale di terra.

Questo dispositivo deve essere apribile solo mediante attrezzo, deve essere meccanicamente robusto e deve assicurare il mantenimento della continuità elettrica.

### Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
 con Mandataria Capogruppo  
 Consorzio Stabile Energie Locali

## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

### 3.10.4 Conduttori di protezione

La sezione del conduttore di protezione deve essere rilevata dalla seguente tabella:

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO S (mm <sup>2</sup> )	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI DI PROTEZIONE Sp (mm <sup>2</sup> )
S < 16	Sp = S
16 < S < 35	16
S > 35	Sp = S / 2

Oppure calcolata con la seguente formula:

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

dove

**S<sub>p</sub>** sezione del conduttore di protezione(mm<sup>2</sup>);

**I** valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);

**t** tempo di intervento del dispositivo di protezione(S);

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

Se dall'applicazione della formula risulta una sezione non unificata, deve essere usato il conduttore di sezione unificata immediatamente superiore.

Comunque in entrambi i casi si deve tenere conto, per quanto riguarda la sezione minima, che se il conduttore di protezione non facesse parte della condotta di alimentazione la sua sezione deve essere pari a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

Quando un conduttore di protezione sia comune a diversi circuiti la sua sezione deve essere dimensionata in funzione del conduttore di fase avente la sezione più grande.

### 3.10.5 Conduttori equipotenziali principali

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>.

Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi 25 mm<sup>2</sup>, se il conduttore equipotenziale è di rame, o una sezione di condotta equivalente, se il conduttore è di materiale diverso.

### 3.10.6 Conduttori equipotenziali supplementari

Un conduttore equipotenziale supplementare che colleghi due masse deve avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali



## Lotto 2 - Trentino Alto Adige, Veneto e Friuli Venezia Giulia

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa ad una massa estranea deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori equipotenziali supplementari non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

Il collegamento equipotenziale supplementare può essere assicurato anche da masse estranee, di natura permanente, quali carpenterie metalliche, oppure da una loro combinazione con conduttori supplementari.

## Raggruppamento Temporaneo di Imprese



Raggruppamento Temporaneo di Imprese  
con Mandataria Capogruppo  
Consorzio Stabile Energie Locali