



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Mims

Ministero delle infrastrutture
e della mobilità sostenibili



Comune di Trieste
Dipartimento Territorio, Ambiente,
Lavori Pubblici e Patrimonio

Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)
M2C2 Investimento 4.2 - Sviluppo trasporto rapido di massa
Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile - DM n. 448 del 16/11/2021
CUP F91B21005050001

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica
CABINOVIA METROPOLITANA
TRIESTE - PORTO VECCHIO - CARSO
C. O. 22014

DIRETTORE DIPARTIMENTO E RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Dipartimento Territorio, Ambiente, Lavori Pubblici e Patrimonio

ing. Giulio Bernetti

PROGETTISTA GENERALE OPERE INFRASTRUTTURALI:

ing. Andrea Gobber

DESIGN E ARCHITETTURA STAZIONI PORTO VECCHIO E TRIESTE:

Fuksas Architecture

DESIGN E ARCHITETTURA STAZIONI BOVEDO E OPICINA:

Mimeus Architettura

PROGETTISTI OPERE FUNIVIARIE:

Monplan Ingegneria

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:

Pland

RELAZIONE GEOLOGICA:

Marsich

RELAZIONE ARCHEOLOGICA:

ArcheoTest

RILIEVI TOPOGRAFICI E CATASTALI:

SurveyStudio

VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO RESIDUO:

Consorzio S.T.E.R.N.

TIMBRI E FIRME

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
dott. ing. ANDREA GOBBER
Ing. civile e ambientale, industriale e dell'informazione
ISCR. ALBO N° 2101 - Sezione A degli Ingegneri

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
dott. ing. HERMAN CREPAZ
Ing. civile e ambientale, industriale e dell'informazione
ISCR. ALBO N° 2988 - Sezione A degli Ingegneri

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRENTO
CRISTINA BANCHER
Ingegnere civile e ambientale
Iscritto al N. 4041 d'Albo - Sezione A degli Ingegneri

TITOLO ELABORATO

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO PARAMETRICO
OPERE ELETTRICHE

DATA

dicembre 2022

CODICE

TS1.0900.03.R.0

REVISIONI

Trieste

INDICE

1	GENERALITA'	2
1.1	STAZIONE OPICINA	2
1.2	STAZIONE BOVEDO	2
1.3	STAZIONE PORTO VECCHIO	3
1.4	STAZIONE TRIESTE	3
2	ASPETTI TECNICI	4
2.1	TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI DI PROGETTO	5
2.2	DISPOSIZIONI INTEGRATIVE CON RIFERIMENTO ALLA CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE	5
3	CRITERI DI PROGETTO E DI ESECUZIONE	6
3.1	IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE ENERGIA E IMPIANTI SPECIALI	6
3.2	IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA	7
3.3	PRESCRIZIONI COMUNI DI PROTEZIONE CONTRO L'INCENDIO	7
4	CARATTERISTICHE DEI CIRCUITI E DELLE APPARECCHIATURE	10
4.1	PROTEZIONI DEI CIRCUITI	10
4.2	PROTEZIONE DAI SOVRACCARICHI	10
4.3	PROTEZIONE DAI CORTOCIRCUITI	11
4.4	MESSA A TERRA	12
4.5	PROTEZIONE PASSIVA	14
5	CONDUTTORI E DISTRIBUZIONE DORSALE	14
5.1	CONDUTTORI ISOLATI	14
5.2	CADUTE DI TENSIONE	15
5.3	DENSITÀ MAX. DI CORRENTE.	15
5.4	SEZIONI MINIME NEGLI IMPIANTI UTILIZZATORI.	15
5.5	POSA DEI CAVI DI ENERGIA.	16
6	IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE	16
7	STIMA DEI COSTI	16

1 GENERALITA'

La presente relazione è predisposta ai sensi del DM 37/08 e della guida CEI 0-2. Ha lo scopo di indicare le principali caratteristiche sulla consistenza e tipologia degli impianti elettrici e speciali che verranno installati nell'intervento sotto descritto, con particolare riferimento alla sicurezza dai contatti diretti ed indiretti e alla protezione dei conduttori dalle sovracorrenti.

L'intervento riguarda la realizzazione di due cabinovie lungo le tratte "Bovedo – Opicina" e "Bovedo – Porto Vecchio – Trieste" e le relative stazioni funiviarie site presso Opicina, Bovedo, Porto Vecchio e Trieste.

1.1 STAZIONE OPICINA

Al piano interrato della stazione è prevista la realizzazione di un locale di dimensioni adeguate all'installazione delle componenti elettriche di media tensione (celle di MT) ed un eventuale trasformatore MT/bt attraverso il quale il gestore della rete elettrica potrà fornire corrente in bassa tensione a soggetti terzi.

E' inoltre prevista la realizzazione del locale misure con accesso separato nel quale installare i contatori elettrici.

Per la fornitura elettrica alla stazione motrice ed ai relativi servizi accessori è prevista la realizzazione di una cabina elettrica di trasformazione MT/bt dimensionata per contenere due trasformatori e le relative celle di ingresso della linea in media tensione e di protezione verso i singoli trasformatori. In un locale separato è prevista inoltre la posa in opera di un quadro di distribuzione in bassa tensione.

1.2 STAZIONE BOVEDO

Al piano terra della stazione è prevista la realizzazione di un locale di dimensioni adeguate all'installazione delle componenti elettriche di media tensione (celle di MT) ed un eventuale trasformatore MT/bt attraverso il quale il gestore della rete elettrica potrà fornire corrente in bassa tensione a soggetti terzi.

E' inoltre prevista la realizzazione del locale misure con accesso separato nel quale installare i contatori elettrici.

Per la fornitura elettrica alla stazione motrice ed ai relativi servizi accessori è prevista la realizzazione di una cabina elettrica di trasformazione MT/bt dimensionata per contenere due trasformatori e le relative celle di ingresso della linea in media tensione e di protezione verso i singoli trasformatori. In un locale separato è prevista inoltre la posa in opera di un quadro di distribuzione in bassa tensione.

1.3 STAZIONE PORTO VECCHIO

L'allacciamento elettrico avverrà tramite una nuova fornitura in bassa tensione e sarà possibile dal più vicino punto di fornitura del gestore elettrico disponibile sull'area di Porto Vecchio.

Al piano terra della stazione è prevista la realizzazione di un locale "consegna elettrica in bassa tensione" avente dimensioni adeguate all'installazione delle componenti elettriche necessarie.

In un locale separato è prevista inoltre la posa in opera di un quadro di distribuzione in bassa tensione.

1.4 STAZIONE TRIESTE

L'allacciamento elettrico avverrà tramite una nuova fornitura in bassa tensione e sarà possibile dal più vicino punto di fornitura del gestore elettrico disponibile sull'area di Porto Vecchio.

Al piano terra della stazione è prevista la realizzazione di un locale "consegna elettrica in bassa tensione" avente dimensioni adeguate all'installazione delle componenti elettriche necessarie.

In un locale separato è prevista inoltre la posa in opera di un quadro di distribuzione in bassa tensione.

2 ASPETTI TECNICI

L'intervento riguarda la realizzazione di impianti a funi progettati per il trasporto di persone. All'interno dei locali potrebbero essere presenti:

Luoghi a maggior rischio in caso di incendio secondo quanto specificato nella norma CEI 64-8/7

Nella stesura del progetto saranno applicate le norme di riferimento, riportiamo le principali, meglio specificate nel capitolato prestazionale:

Norma	Titolo
	Decreto dirigenziale n° 172 del 18 giugno 2021
EN17064:2018	Requisiti di sicurezza per gli impianti a funi progettati per il trasporto di persone – Prevenzione e lotta contro l'incendio
	Legge 1 marzo 1968 n° 186
D.Lgs 81/08	Testo Unico sulla Sicurezza e Salute sul Lavoro
CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi all'intermediario AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 0-21	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi all'intermediario BT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI 64-50	Edilizia ad uso residenziale e terziario, Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici - Criteri generali
CEI 81-10	Protezione contro i fulmini
EN 12464-1	Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro interni
EN 1838	Illuminazione di emergenza
UNI 9795	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio - Progettazione, installazione ed esercizio

2.1 TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI DI PROGETTO

Con riferimento al DM 37/08 art. 1

- lettera a): impianti di produzione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'energia fornita dall'ente distributore.
- lettera b): gli impianti radiotelevisivi ed elettronici in genere, le antenne e gli impianti di protezione da cariche atmosferiche.
- lettera g): gli impianti di protezione antincendio

Dati progettuali forniti	
Destinazione d'uso	Impianti a funi progettati per il trasporto di persone
Caratteristiche edili delle costruzioni	Complessi con superfici di varia metratura
Tipo di impianto	Cabine elettriche e di trasformazione Gruppi elettrogeni Impianti di illuminazione normale Impianti di Illuminazione di sicurezza (autonomi e centralizzati) Impianto forza motrice Quadri elettrici Canalizzazioni Conduttori e cavi Impianti di terra Impianto rivelazione ed allarme incendio (manuali e con rivelatori) Predisposizione impianti allarme intrusione Impianto trasmissione dati e telefonia Impianto TVCC dei vari tratti

2.2 DISPOSIZIONI INTEGRATIVE CON RIFERIMENTO ALLA CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in conformità alla legge. Inoltre dovranno essere seguite le seguenti prescrizioni:

- 1) gli impianti non dovranno costituire causa primaria di incendio o esplosione;
- 2) gli impianti non dovranno fornire alimento o propagazione degli incendi;

- 3) gli impianti dovranno essere suddivisi in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuoriservizio dell'intero sistema;
- 4) gli impianti dovranno disporre di apparecchi di manovra ubicati in posizioni " protette " con chiaroriferimento alla funzione svolta;
- 5) dovranno essere previsti i seguenti impianti di sicurezza:
 - illuminazione;
 - allarme incendio;
 - rivelazione incendio;
- 6) dovranno essere attuate opportune procedure per la gestione della sicurezza;
- 7) dovranno essere predisposto un registro dei controlli periodici relativi alla efficienza degli impianti;
- 8) dovranno essere attuate le disposizioni di legge in materia di istruzioni e comportamenti del personale edel pubblico in caso di sinistro.

3 CRITERI DI PROGETTO E DI ESECUZIONE

Dati caratteristici di progetto	
Alimentazione elettrica	Dall'ente distributore ENEL 2 stazioni saranno alimentate in media tensione; 2 stazioni saranno alimentate in bassa tensione.
Sistema di categoria	Sistema di distribuzione TN-S e TT
Caduta di tensione massima	4% fm / 5% luce

3.1 IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE ENERGIA E IMPIANTI SPECIALI

L'impianto elettrico sarà suddiviso in circuiti tra loro indipendenti in grado di garantire una certa selettività in caso di guasto.

In generale l'impianto elettrico sarà realizzato con distribuzione dorsale su canali elettrici, saranno installati canali in materiale metallico a parete per la distribuzione delle linee

elettriche realizzate con cavi di tipo non propaganti l'incendio e a contenuta emissione di gas corrosivi.

Sarà realizzato altresì un impianto di rilevazione fumo, in modo da intervenire tempestivamente, limitando così eventuali danni a cose, strutture o peggio persone. Oltretutto sarà possibile rinviare verso l'esterno la situazione d'allarme, a numeri o competenze predefinite.

3.2 IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

Allo scopo di consentire l'esodo in condizioni di emergenza sarà installato un idoneo impianto di illuminazione di sicurezza con intervento autonomo in caso di mancanza di tensione di rete, secondo le modalità applicative della norma UNI EN 1838.

3.3 PRESCRIZIONI COMUNI DI PROTEZIONE CONTRO L'INCENDIO

- a) I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare;
- b) nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili. I condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione;
- c) negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo;
- d) tutti i componenti elettrici devono rispettare le prescrizioni contenute nella sezione 4.22 della norma CEI 64/8 sia in funzionamento ordinario dell'impianto sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione.
- e) gli apparecchi di illuminazione devono inoltre essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili, ed in particolare per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere:
 - fino a 100 W: 0.5 m;

- da 100 a 300 W: 0.8 m;
 - da 300 a 500 W: 1 m.
- f) è vietato l'uso dei conduttori PEN (schema TN-C); la prescrizione non è valida per le condutture che transitano soltanto;
- g) le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione;
- h) i conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari;
- i) le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in i1), i2), i3):
- i1) - condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
- condutture realizzate mediante cavi in tubi protettivi e canali metallici, con grado di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o canali stessi se idonei allo scopo;
 - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);
- i2) - condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;- condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);
- condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- i3) - condutture diverse da quelle in i1) e i2), realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;

- condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuna di esse;
 - condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o canali non metallici, chiusi con grado di protezione almeno IP4X .
- l) i circuiti che entrano o attraversano gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, devono essere protetti contro i sovraccarichi di e i cortocircuiti con dispositivi di protezione posti a monte di questi ambienti. Devono essere osservate inoltre le prescrizioni seguenti:
- l1) - per la protezione delle condutture di cui in i1) e i2) sono sufficienti le prescrizioni generali
- l2) - per i circuiti terminali, singoli o raggruppati, ad esclusione dei circuiti di sicurezza facenti parte di condutture di cui in i3), devono essere protetti, se non racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, oltre che con le protezioni generali in uno dei modi seguenti:
- con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 0.3 A anche ad intervallo ritardato; oppure con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per es. per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico ed acustico invece di provocare l'apertura del circuito;
- m) per le condutture di cui in i2) e i3) la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi seguenti:
- m1) utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la Norma CEI 20-35 quando:

- sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
 - i cavi sono installati in tubi protettivi o canali con grado di protezione almeno IP4X;
- m2) utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" in conformità con la Norma CEI 20-22; peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22, per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in 3.7.03 della Norma CEI 11-17;
- n) devono essere previste barriere taglia fiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

Le barriere taglia fiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

4 CARATTERISTICHE DEI CIRCUITI E DELLE APPARECCHIATURE

4.1 PROTEZIONI DEI CIRCUITI.

Per ogni circuito saranno previste le seguenti protezioni:

- dai sovraccarichi
- dai cortocircuiti
- dai contatti indiretti
- dai contatti diretti

4.2 PROTEZIONE DAI SOVRACCARICHI

La protezione dai sovraccarichi sarà realizzata, in generale, mediante l'impiego di interruttori automatici conformi alle norme, coordinati con la conduttura in modo da soddisfare le seguenti relazioni:

$$(1) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego della conduttura; I_z = portata nominale della conduttura;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f = corrente di funzionamento del dispositivo di protezione.

4.3 PROTEZIONE DAI CORTOCIRCUITI

La protezione dai cortocircuiti sia all'inizio che alla fine della conduttura sarà realizzata, in generale, mediante i medesimi dispositivi di cui al precedente punto e1), coordinati in modo da soddisfare la seguente relazione:

$$(3) \quad I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

$I^2 t$ = energia specifica passante del dispositivo di protezione; K = costante del tipo di conduttura;

S = sezione della conduttura.

In particolare per guasti nel punto terminale della conduttura stessa si farà riferimento alla condizione specificata dalle Norme.

Particolare attenzione sarà posta per la protezione del conduttore di neutro, quando sprovvisto di un proprio dispositivo di rivelazione delle sovracorrenti.

Protezione contro i contatti accidentali Generalità

Quando una persona viene a contatto con una parte elettrica in tensione, si verifica la circolazione della corrente elettrica nel corpo umano. Tale circostanza costituisce il pericolo più comune ed a tutti noto connesso all'uso dell'energia elettrica.

Oltre agli infortuni elettrici, esistono una serie di guasti che possono compromettere la funzionalità delle apparecchiature, innescare incendi ed essere fonte di pericolo per l'integrità dei beni.

I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie:

- contatti diretti;
- contatti indiretti.

4.4 MESSA A TERRA

L'interruzione automatica dell'alimentazione, associata al collegamento delle masse dell'impianto elettrico ad un impianto di terra, rappresenta il metodo più diffuso per la protezione contro i contatti indiretti. Tale metodo però, per essere realmente efficace deve essere coordinato con un relè differenziale affinché si possa realizzare, in caso di pericolo, l'interruzione automatica dell'alimentazione.

L'impianto di messa a terra serve pertanto a stabilire un contatto elettrico efficiente con il terreno e permettere la richiusura delle correnti elettriche di guasto verso l'alimentazione, limitando le tensioni di contatto.

Nei sistemi TN-S la corrente, dovuta ad un guasto monofase a terra, interessa il terreno nella zona compresa tra i due impianti di messa a terra dell'utilizzatore e dell'Ente distributore (centro stella del secondario del trasformatore nella cabina MT/BT).

L'impedenza del circuito di guasto è normalmente elevata, mentre la corrente di guasto è piuttosto bassa, anche nel caso di un cortocircuito franco tra fase e massa. Le normali protezioni di sovracorrente non sono idonee ad eliminare rapidamente questo tipo di guasto.

Infatti l'intervento può essere provocato o dallo sganciatore termico dopo un certo intervallo di tempo, o dallo sganciatore magnetico, se il guasto evolve in un cortocircuito tra le fasi.

Si possono pertanto verificare danneggiamenti importanti e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto.

Nei sistemi TN-S la corrente di guasto a terra fluisce quasi interamente attraverso elementi conduttori e, di conseguenza, può raggiungere valori dello stesso ordine di grandezza di quello della corrente di cortocircuito fase-neutro.

Poiché tuttavia, i guasti a terra hanno origine con moderate correnti di dispersione prima di evolvere in cortocircuiti, si possono verificare danneggiamenti e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto.

La protezione fornita dall'impianto di terra deve essere migliorata, sia nei sistemi TT che in quelli TN, mediante l'impiego di adeguati dispositivi di protezione contro i guasti verso terra.

Il principale di questi dispositivi è l'interruttore differenziale il cui principio di funzionamento è illustrato nel successivo paragrafo e che nei sistemi TT deve sempre essere installato.

Per realizzare un corretto sistema di protezione contro i pericoli di folgorazione deve essere verificata la seguente relazione:

dove:

$$R_E I_{dn} \leq U_L$$

R_E = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse in (Ω) ohm;

I_{dn} = corrente nominale differenziale, in (A) ampere;

U_L = tensione di contatto limite convenzionale, in (V) volt.

La relazione mostra chiaramente che la resistenza di terra deve avere un valore tale da ottenere sicuramente l'intervento dell'interruttore differenziale quando, a causa del guasto, la tensione totale di terra raggiunge i valori della tensione di contatto limite convenzionale che, nella pratica, in corrente alternata, è la tensione di 50 V per gli ambienti ordinari e di 25 V per gli ambienti a maggior rischio (cantieri, locali ad uso medico, strutture ad uso agricolo e zootecnico).

In tali condizioni le tensioni di contatto, provocate da una eventuale corrente di dispersione, superiori a 50 V (massima tensione ammessa per ambienti normali) fanno sicuramente intervenire l'interruttore.

Dalla relazione appare chiaro che se si realizza un corretto coordinamento tra dispositivi di protezione differenziali e impianto di terra, quest'ultimo può presentare resistenze di terra anche elevate, senza per questo venire meno alle prescrizioni di sicurezza imposte dalle norme tecniche.

Per i sistemi TN deve invece essere soddisfatta la seguente relazione:

$$Z_S I_A \leq U_0$$

dove:

Z_S = l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_A = la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo definito dalla Norma in funzione delle diverse situazioni impiantistiche;

U_0 = la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

L'esperienza dice che una corrente di $0,1 \div 0,2$ A (se di durata sufficientemente lunga) in certi casi può essere sufficiente ad innescare un incendio. Correnti di guasto di tale entità possono avvenire in luoghi inaccessibili e nascosti alla vista delle persone, ad esempio per una carenza di isolamento verso terra. Un interruttore differenziale con corrente di intervento differenziale adeguata, è normalmente in grado di proteggere l'impianto anche contro tali pericoli.

4.5 PROTEZIONE PASSIVA

Quando la protezione contro i contatti indiretti viene attuata con sistemi che non prevedono l'interruzione automatica del circuito, si ha la protezione passiva. In questo caso si tende a limitare non il tempo di permanenza di un guasto, ma il valore della tensione alla quale il soggetto umano può essere sottoposto.

Sono sistemi di protezione passiva:

- bassissima tensione di sicurezza;
- doppio isolamento;
- luoghi non conduttori;
- collegamento equipotenziale locale non connesso a terra;
- separazione elettrica.

5 CONDUTTORI E DISTRIBUZIONE DORSALE

5.1 CONDUTTORI ISOLATI.

I conduttori isolati delle linee elettriche alimentate dalla rete a bassa tensione, saranno scelti in funzione delle modalità di impiego previste dalle relative norme costruttive e delle effettive condizioni ambientali e di posa.

La distribuzione elettrica sarà eseguita con cavi LSOH (Low Smoke Zero Halogen) tipo:

- conduttori unipolari

- cavi multipolari isolati con tensione nominale 450/750V;
- cavi multipolari isolati con tensione nominale 0,6/1kV;

Gli impianti di sicurezza, i quali dovranno garantire la continuità d'esercizio nelle condizioni d'emergenza, saranno alimentati con cavi resistenti al fuoco

5.2 CADUTE DI TENSIONE

La differenza fra la tensione a vuoto e la tensione a carico in qualsiasi punto degli impianti quando saranno inseriti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente, non sarà superiore al 4% della tensione a vuoto per i circuiti luce e f.m.

5.3 DENSITÀ MAX. DI CORRENTE.

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime c.d.t., la massima densità di corrente prevista per i conduttori sarà determinata in conformità alle norme e tabelle UNEL in vigore, tenendo conto della temperatura ambiente effettiva, delle condizioni di posa, del mutuo riscaldamento tra i circuiti raggruppati, mediante opportuni coefficienti di conversione.

5.4 SEZIONI MINIME NEGLI IMPIANTI UTILIZZATORI.

La sezione dei conduttori sarà determinata tenendo conto anche della potenza, del numero, della dislocazione degli utilizzatori da alimentare.

La potenza convenzionale degli utilizzatori stessi sarà valutata mediante opportuni coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione.

Negli impianti utilizzatori, in mancanza di specifiche indicazioni, saranno impiegate le seguenti sezioni minime:

- 1,5 mmq per circuiti terminali di illuminazione, prese a spina o apparecchi utilizzatori con potenza nominale
- $\leq 2,2$ kVA;
- 2,5 mmq per circuiti dorsali di illuminazione, circuiti terminali di prese a spina o apparecchi utilizzatori con potenza nominale $\leq 3,6$ kVA;
- 4 mmq per circuiti dorsali di prese a spina o apparecchi utilizzatori con potenza nominale $\leq 3,6$ kVA o per utilizzatori singoli con potenza nominale $> 3,6$ kVA;

- 6 mmq per linee di alimentazione di quadri secondari o di zona.

5.5 POSA DEI CAVI DI ENERGIA.

La posa dei cavi sarà eseguita, in generale con le modalità specificate dalle norme e dalle norme costruttive specifiche previste per ogni tipo di cavo.

Tutti i cavi dovranno essere contrassegnati

6 IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE

E' previsto un impianto di terra unico, al quale sono collegate tutte le masse e masse estranee, tramite i relativi conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali.

I conduttori, di norma, seguono i percorsi della relativa distribuzione (principale, dorsale e terminale), facendo capo ad appositi collettori installati in ogni quadro elettrico. Dal collettore del quadro principale, un apposito conduttore di protezione realizza l'interconnessione dell'impianto con il collettore equipotenziale principale situato nel locale contatori o - qualora esistente - nella sala quadri BT.

Dal collettore principale viene effettuato il collegamento al dispersore di terra, mediante il conduttore di terra. Il dispersore è costituito da elementi "intenzionali " e "di fatto" (ferri di armatura delle fondazioni, rete elettrosaldate delle pavimentazioni, ecc.), che nell'insieme offrono un valore della resistenza di terra idoneo e adeguate garanzie di durata ed affidabilità.

7 STIMA DEI COSTI

La stima preliminare dei costi è stata condotta individuando per ciascuna stazione le principali voci di costo delle principali forniture elettriche tenendo conto della tipologia di alimentazione elettrica prevista e le potenze tipicamente impiegate in una stazione funiviaria. I costi assunti in questa fase preliminare sono quelli derivanti dalla realizzazione di opere analoghe realizzate nel corso degli ultimi 5 anni.

La realizzazione degli impianti di videosorveglianza in linea e presso le stazioni è stata stimata considerando interventi analoghi realizzati nel corso degli ultimi 5 anni tenendo conto delle complicazioni operative generate dalla necessità di mantenere tutti i cavi di alimentazione aerei.

Cabinovia Metropolitana Trieste-Porto Vecchio-Carso:
Nuove cabinovie "Bovedo – Opicina" e "Bovedo – Porto Vecchio - Trieste"

ELENCO DEI LAVORI PREVISTI		IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
01	TVCC E IMPIANTO DI TERRA		340.000,00
01a	Predisposizione Impianto videosorveglianza Bovedo - Opicina	80.000,00	
01b	Predisposizione Impianto videosorveglianza Bovedo - Porto Vecchio	55.000,00	
01c	Predisposizione Impianto videosorveglianza Porto Vecchio - Trieste	35.000,00	
01d	Impianto videosorveglianza Bovedo - Opicina	65.000,00	
01e	Impianto videosorveglianza Bovedo - Porto Vecchio	55.000,00	
01f	Impianto videosorveglianza Porto Vecchio - Trieste	40.000,00	
01g	Impianto di terra	10.000,00	
02	STAZIONE MOTRICE OPICINA		550.000,00
02a	Cabina elettrica accessori e completamenti	25.000,00	
02b	Scomparti di media tensione	20.000,00	
02c	Trasformatori	85.000,00	
02d	Gruppi elettrogeni	120.000,00	
02e	Impianto Illuminazione e distribuzione Forza Motrice	40.000,00	
02f	Apparecchi Illuminanti	20.000,00	
02g	Quadri Elettrici	130.000,00	
02h	Cavi derivati dai quadri elettrici	35.000,00	
02i	Condutture Tubazioni e Canaline Portacavi	30.000,00	
02l	Illuminazione di sicurezza	15.000,00	
02m	Impianto rilevazione allarme incendio	20.000,00	
02n	Varie	10.000,00	
03	STAZIONE MOTRICE BOVEDO		550.000,00
03a	Cabina elettrica accessori e completamenti	25.000,00	
03b	Scomparti di media tensione	20.000,00	
03c	Trasformatori	85.000,00	
03d	Gruppi elettrogeni	120.000,00	
03e	Impianto Illuminazione e distribuzione Forza Motrice	40.000,00	
03f	Apparecchi Illuminanti	20.000,00	
03g	Quadri Elettrici	130.000,00	
03h	Cavi derivati dai quadri elettrici	35.000,00	
03i	Condutture Tubazioni e Canaline Portacavi	30.000,00	
03l	Illuminazione di sicurezza	15.000,00	
03m	Impianto rilevazione allarme incendio	20.000,00	
03n	Varie	10.000,00	
04	STAZIONE INTERMEDIA PORTO VECCHIO		220.000,00
04a	Impianto Illuminazione e distribuzione Forza Motrice	35.000,00	
04b	Apparecchi Illuminanti	25.000,00	
04c	Quadri Elettrici	45.000,00	
04d	Gruppo elettrogeno	20.000,00	
04e	Cavi derivati dai quadri elettrici	30.000,00	
04f	Condutture Tubazioni e Canaline Portacavi	20.000,00	
04g	Illuminazione di sicurezza	15.000,00	
04h	Impianto rilevazione allarme incendio	15.000,00	
04i	Varie	15.000,00	

Cabinovia Metropolitana Trieste-Porto Vecchio-Carso:
Nuove cabinovie "Bovedo – Opicina" e "Bovedo – Porto Vecchio - Trieste"

05	STAZIONE DI RINVIO TRIESTE		200.000,00
05a	Impianto Illuminazione e distribuzione Forza Motrice	30.000,00	
05b	Apparecchi Illuminanti	20.000,00	
05c	Quadri Elettrici	50.000,00	
05d	Gruppo elettrogeno	20.000,00	
05e	Cavi derivati dai quadri elettrici	25.000,00	
05f	Condutture Tubazioni e Canaline Portacavi	25.000,00	
05g	Illuminazione di sicurezza	10.000,00	
05h	Impianto rilevazione allarme incendio	10.000,00	
05i	Varie	10.000,00	
IMPORTO COMPLESSIVO [euro]			1.860.000,00