

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
SACYR S.A.U. (MANDANTE)
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p>IL PROGETTISTA Dott. Ing. I. Barilli Ordine Ingegneri V.C.O. n° 122 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	--

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI CALABRIA	CF0183_F0
<i>Tipo di sistema</i>	IMPIANTI TECNOLOGICI ELETTROFERROVIARI DI LINEA	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	GENERALE - GALLERIA BOLANO	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	

CODICE

C G 0 7 0 0 P 4 R D C F I F M G 0 0 0 0 0 0 0 1 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	D. RE	M. TACCA	I. BARILLI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	3
1 Introduzione	6
2 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate	7
3 Leggi e norme di riferimento	11
4 Dati e requisiti di base del progetto	15
5 Descrizione sintetica dell'impianto	16
5.1 Impegno di potenza complessivo	16
5.2 Sistemi elettrici di alimentazione in galleria e nei piazzali	17
5.3 Sistemi di alimentazione di emergenza	18
6 Dimensionamento apparecchiature elettriche principali	19
6.1 Apparecchiature di cabina	19
6.2 Apparecchiature di QdT, QdB, QBI	22
6.3 Apparecchiature nei locali Centrali Antincendio	27
7 Dimensionamento linee BT	28
7.1 Calcolo delle correnti d'impiego	28
7.2 Dimensionamento e verifica a sovraccarico dei cavi	29
7.2.1 Generalità	29
7.2.2 Modalità di posa	31
7.2.3 Determinazione della portata	36
7.2.3.1 Cavi isolati in PVC ed EPR (CEI-UNEL 35024/1)	36
7.2.3.2 Cavi interrati (CEI-UNEL 35026)	40
7.2.4 Dimensionamento dei conduttori di neutro	42
7.2.5 Dimensionamento dei conduttori di protezione	43
7.2.6 Calcolo della temperatura dei cavi	43
7.3 Cadute di tensione	44
7.4 Rifasamento	45
7.5 Calcolo dei guasti	46
7.5.1 Modellizzazione delle apparecchiature in rete	46
7.5.1.1 Trasformatori	46
7.5.1.2 Generatori	48
7.5.1.3 Motori asincroni	49

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.5.2	Calcolo delle correnti massime di cortocircuito	50
7.5.3	Calcolo delle correnti minime di cortocircuito	53
7.6	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture	55
7.6.1	Generalità.....	55
7.6.2	Integrale di Joule	56
7.6.3	Massima lunghezza protetta	57
7.7	Verifica contatti indiretti	58
7.7.1	Sistema di distribuzione TN.....	58
7.7.2	Sistema di distribuzione IT	59
7.7.2.1	Caso del 1° guasto.....	60
7.7.2.2	Caso del 2° guasto.....	60
7.8	Dimensionamento dei sistemi LFM di distribuzione a 400-230 V	62
7.9	Dimensionamento dei sistemi LFM a 1000 V in galleria.....	63
7.10	Valore della resistenza di messa a terra del centro stella dei trasformatori BT a servizio degli impianti nei bypass	63
8	Dimensionamento rete MT	65
8.1	Protezione da sovraccarico	65
8.2	Verifica della caduta di tensione.....	65
8.3	Tenuta termica al corto circuito massimo	66
8.4	Analisi e verifiche della rete MT.....	66
9	Dimensionamento impianti di ventilazione e climatizzazione locali tecnici.....	68
9.1	Ventilazione e caratteristiche del locale batterie	68
10	Dimensionamento impianti di terra di cabina MT/bt.....	70
10.1	Leggi e norme di riferimento	70
10.2	Definizioni	71
10.3	Dispersore.....	71
10.4	Impianto di terra interno	74
10.5	Considerazioni aggiuntive.....	78
10.6	Posizionamento al di fuori delle zona di rispetto TE	79
11	Dimensionamento impianti di illuminazione	80
11.1	Impianti di illuminazione in galleria	80
11.1.1	Illuminazione di emergenza.....	80
11.1.2	Illuminazione nei by pass e pozzi.....	81

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

11.1.3	Calcoli illuminotecnici	81
11.2	Impianti di illuminazione in aree esterne.....	82
11.2.1	Aree di piazzale.....	82
11.2.2	Punte di scambio.....	83
11.2.3	Calcoli illuminotecnici	83
12	Calcolo punti controllati sistema di supervisione.....	85
13	Verifica della necessità di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.....	85
14	Allegati	86

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1 Introduzione

Nella presente relazione vengono illustrati le modalità ed i risultati dei calcoli eseguiti durante lo sviluppo del progetto definitivo agli impianti tecnologici LFM da realizzare a servizio della galleria Bolano e del piazzale di emergenza verso Opera di Attraversamento previsti lungo i collegamenti ferroviari lato Calabria, nell'ambito della costruzione dell'Opera di attraversamento sullo Stretto di Messina.

I criteri alla base della progettazione degli impianti in oggetto si possono così elencare:

- Sicurezza degli operatori, degli utenti e degli impianti
- Semplicità ed economia di manutenzione
- Scelta di apparecchiature improntata a criteri di elevata qualità, semplicità e robustezza, per sostenere le condizioni di lavoro più gravose
- Risparmio energetico
- Affidabilità degli impianti e massima continuità di servizio

Il presente documento, relativamente ai calcoli dimensionali degli impianti di Media Tensione (MT), degli impianti di Bassa Tensione (BT), degli impianti di terra nelle cabine MT/BT, degli impianti di illuminazione in galleria / piazzali e degli impianti di supervisione LFM, intende evidenziare:

- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento;
- i criteri di dimensionamento, tenendo conto dei vincoli impiantistici e della normativa vigente;
- i dati tecnici di ingresso;
- i risultati dei calcoli dimensionali e/o delle verifiche di calcolo necessarie per la definizione degli impianti stessi;
- i software di calcolo utilizzati per le verifiche (versione e data di compilazione).

In particolare, per alcune tipologie impiantistiche (quali reti MT e BT ed impianti di terra di cabina), sono descritti in generale i principali metodi di calcolo e di verifica, riportando le prescrizioni indicate dalla normativa in uso. Talvolta nei casi specifici, qualora sia necessario, potranno essere introdotte opportune ipotesi semplificative.

I risultati delle verifiche di impianto, ottenute con software commerciale o tramite fogli di calcolo, sono riportati negli allegati, a cui dovrà essere fatto riferimento anche per le sigle e la simbologia adottata.

Per ulteriori dettagli sulle caratteristiche delle apparecchiature scelte, si rimanda agli elaborati grafici relativi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

GENERALE

SdM:	Stretto di Messina
ANSF:	Agenzia Nazionale Sicurezza Ferroviaria
ERA:	European Railway Agency
CE:	Commissione europea
RFI:	Società Rete Ferroviaria Italiana
CG:	Contraente Generale
PDG:	Progetto Preliminare di Gara
PDE:	Progetto Definitivo
FV:	Fabbricato viaggiatori
MM:	Magazzino merci
RL:	Rimessa locomotive
PC e PS:	Posto centrale e posto satellite
PBI:	Posto di blocco intermedio
PBA:	Posto di blocco automatico
PE:	Piazzale di Emergenza
PM:	Posto di Manutenzione
PM:	Posto di movimento
PC:	Posto di comunicazione
SCC	Sistema di Controllo e Comando
UM:	Ufficio movimento
DL:	Deposito locomotive
UMR:	Ufficio materiale rotabile
STI:	Specifica Tecnica Interoperabilità
AV/AC:	Alta Velocità/Alta Capacità
ERTMS:	European Rail Traffic Management System

Personale

DU:	Dirigenza unica
DC:	Dirigente centrale
DCO:	Dirigente centrale operativo

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

DOTE: Dirigente operativo trazione elettrica
DM: Dirigente movimento
AG: Agente di guardia
PdB: Personale di Bordo
PdM: Personale di macchina
PdS: Personale di stazione
PdC: Personale di condotta
CT: Capotreno

Segnalamento – Trazione

ACEI: Apparato Centrale Elettrico a pulsanti di Itinerari
ACC: Apparato Centrale Computerizzato
ACSV: Apparato centrale statico a calcolatore vitale
BEM: Blocco elettrico manuale
BCA: Blocco conta assi
BEA: Blocco elettrico automatico
GA: Gestori di Area
RTB: Rilevamento temperatura boccole
SCMT: Sistema controllo marcia treno

Energia

MT: Media Tensione
BT (bt): Bassa Tensione
c.c.: Corrente continua
c.a.: Corrente alternata
CF: Controllo Fumi
LFM: Luce e Forza Motrice
TE: Energia e trazione elettrica
SSE: Sottostazione Elettrica (a servizio della trazione ferroviaria)
QdB: Quadro/i di by-pass
QdP: Quadro/i di Piazzale
QdT: Quadro/i di Tratta
UdB: Unità di by-pass

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

UdP:	Unità di Piazzale
UdT:	Unità di Tratta
UBI:	Unità di Bivio
RIPC:	Relè indiretto di Protezione e Controllo (generico)
RIPC-A:	Relè indiretto di Protezione e Controllo di tipo Amperometrico
RIPC-V:	Relè indiretto di Protezione e Controllo di tipo Voltmetrico
PSTG:	Protezione e Selezione del Tratto Guasto
MAE:	Modulo Analogiche Esterne
PMAE:	Modulo Periferica Analogiche Esterne
SAP:	Sodio ad Alta Pressione
GE:	Gruppo Elettrogeno
UPS:	Gruppo di continuità assoluta

Telecomunicazioni - generale

ADM:	(Add Drop Multiplexer) Apparatì attivi del sistema SDH
ATA:	Analog Telephone Adapter
BACKBONE:	Dorsale di rete dati
BSC:	(Base Station Controller) Unità di controllo delle BTS del sistema GSM-R.
BTS:	(Base Transceiver Station) Stazione base ricetrasmittente GSM-R.
CARRIER:	Operatore delle telecomunicazioni
GSM:	Global System for Mobile Communications
GSM-R:	Global System for Mobile Communications - Railway
IRG:	Radiopropagazione GSM
LAN:	Local Area Network
LSZH:	Low Smoke Zero Halogen
MSC:	Mobile Switching Centre
NMS:	Network Management System
NOC:	Network Operating Centre
NZD:	Non Zero Dispersion
SDH:	(Synchronous Digital Hierarchy) Sistema di trasporto del segnale digitale
TT:	Telecomunicazioni
TEM:	Telefonia di Emergenza
DS:	Diffusione sonora di emergenza

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM</p>		<p><i>Codice documento</i> CF0183_F0</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 20/06/2011</p>

SM-R:	Single Mode Reduced
SM-NZD:	Single Mode – Non Zero Dispersion
STM:	Synchronous Transfer Module
STSI:	Sistema di telefonia selettiva integrata
CTS:	Centrale telefonica selettiva
SPVI:	Supervisione Integrata
VC:	Virtual Container
WAN:	Wide Area Network

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 Leggi e norme di riferimento

Nello sviluppo del progetto definitivo delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, oltre ai riferimenti legislativi, alle circolari ed alle norme tecniche indicate nel documento GCG.F.01.02 (Ottobre 2004), sono stati considerati, in particolare, anche i seguenti riferimenti:

- CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica – Luglio 2008
- Norma CEI 11-1 - “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali”
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI 11-25 2001 IIa Ed. (IEC 60909-2001): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI 33-5 Ia Ed. 1984: Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 660V.
- CEI 64-8 VIa Ed. 2007: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2009: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 50272: Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni.
- IEC 60287: Electric cables - Calculation of the current rating.

Norme e specifiche impianti ferroviari I.S.

- IS 365: 2008 Norma Tecnica per la fornitura ed il collaudo di trasformatori monofasi e trifasi a raffreddamento naturale in aria destinati agli impianti di sicurezza e segnalamento;
- IS 728: 1999 Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra degli impianti di categoria 0 (zero) e I (prima) su: linee di trazione elettrica a corrente continua a 3000 V e linee ferroviarie non elettrificate

Norme e specifiche impianti ferroviari L.F.M.

- LF 606: 1987 Norme tecniche per la fornitura per la fornitura ed il collaudo di lampade fluorescenti
- LF 608: 2005 Specifica tecnica di costruzione per sistema di supervisione e controllo per applicazioni L.F.M.
- LF 609: 2004 Specifica tecnica di costruzione per impianti di riscaldamento scambi di tipo elettrico con cavi autoregolanti
- LF 610: 2010 Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Sottosistema L.F.M.
- LF 611: 2009 Specifica tecnica di costruzione impianto illuminazione di emergenza gallerie ferroviarie di lunghezza compresa fra 500 m e 1000 m
- LF 651
- LF 663: 1984 Proiettori tipo FS a fascio medio e a fascio stretto per l'illuminazione dei piazzali ferroviari e grandi aree in genere
- LS 664: 1996 Specifica Tecnica per la fornitura di apparecchi illuminanti per lampade fluorescenti
- LF 680: 1985 Capitolato tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nei piazzali

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

ferroviari e grandi aree in genere

- LF 690: 1987 Sostegni portafaro a pannello mobile h=18 m fuori terra per l'illuminazione di SSE, punte scambi e piccole aree di stazioni ferroviarie
- Quadri elettrici di Media Tensione di tipo modulare prefabbricato, documento RFI.DMA.IM.LA.LG.IFS.300.A: 2006
- Sistema di governo per impianti di trasformazione e distribuzione energia elettrica, documento RFI.DMA.IM.LA.LG.IFS.500.A: 2006

Norme e specifiche impianti ferroviari T.E.

- TE 29: 1997 Trasformatore monofase di corrente MT da esterno per dispositivo di protezione trasformatore SA
- TE 54: 1991 Alimentatori stabilizzati caricabatterie per le sottostazioni elettriche di conversione
- TE 107: 1980 Trasformatori trifasi per servizi ausiliari delle sottostazioni elettriche
- TE 159: 2005 Cavi elettrici in media ed alta tensione
- TE 160: 1999 Progettazione e costruzione di linee in cavo M.T. e A.T.
- TE 161: 2004 Apparecchio illuminante in galleria
- TE 189: 1976 Cassette stagne per derivazione da trasformatori di misura
- TE 651: 1990 Capitolato tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nelle Stazioni
- TE 652: 1992 Norme Tecniche per la fornitura di cavi elettrici per posa fissa per impianti luce e forza motrice non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- TE 653: 1992 Norme Tecniche per la fornitura di cavi elettrici per posa fissa per impianti di emergenza e sicurezza resistenti al fuoco non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- TE 666: 1992 Trasformatori di potenza MT/bt con isolamento in resina epossidica
- IFS 600: 2008 Torri portafaro a corona mobile
- IFS 177: 2008 Sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie (DM 28.10.05)
- CEI 9-6/1 EN 50122 – 1 1998 Applicazioni ferroviarie, tramviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- CEI 9-6/2 EN 50122 – 2 1999 Applicazioni ferroviarie, tramviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua

Altre norme e specifiche impianti ferroviari

- I.TC/8565 Unità numeriche di protezione a microprocessore per massima corrente 50/51/51N
- Norme CEI nelle edizioni più recenti relative a tutti i macchinari, apparecchiature e materiali degli impianti elettrici nonché all'esecuzione degli impianti stessi, nonché nelle modificazioni UNI ed UNEL già rese obbligatorie con decreti governativi nei modi e termini stabiliti dai decreti stessi o, in ogni modo, già definiti e pubblicati, per quanto applicabili
- Norme Tecniche per la messa a terra degli impianti di sicurezza e segnalamento (Circolare ES.I/S/105851 del 04/06/92)
- Manuale di progettazione gallerie, documento RFI.DINIC.MA.GA.GN.00.001.B edizione 2003

Altre norme

- Norma UNI EN 40 - Norme relative ai pali per illuminazione pubblica
- Norma UNI 10819 – Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- Norma UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norme UNI 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- Norme UNI 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- Norme UNI 13201-4 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- Norma UNI EN 12464-2 – Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- Norma UNI EN 13032-1 – Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 Dati e requisiti di base del progetto

I calcoli di progetto saranno eseguiti facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

- Ubicazione e altitudine: Reggio Calabria <100 s.l.m.
- Temperature di riferimento:
 - Tmax int.: 40°C
 - Tmin int.: 5°C
 - Test.: 34°C - Uest.: 40%
 - Test.: 3°C - Uest.: 85%

Per lo sviluppo progettuale degli impianti sono stati assunti come riferimento i seguenti dati caratteristici:

- Dati rete di alimentazione ENEL:
 - tensione di alimentazione: 20kV \pm 10%
 - corrente di cortocircuito trifase nel punto di consegna MT: 12,5 kA (valore tipico per reti MT a 20 kV)
 - tempo di intervento protezioni: < 1s
- Dati rete di alimentazione SSE RFI:
 - tensione di alimentazione: 20kV \pm 10%
 - corrente di cortocircuito trifase nel punto di consegna MT: 16 kA
 - tempo di intervento protezioni: < 1s
- Caduta di tensione massima:
 - linee principali di distribuzione 1000V: <4%
 - linee secondarie di distribuzione 400-230 V: <4%
- Margine di potenza trasformatori: 15%
- Margine di potenza su apparecchiature (UPS, sistemi accumulo energia, ecc): 20%
- Margine di sicurezza portate cavi e interruttori: 20%
- Riserva di spazio (o interruttori) sui quadri BT: 20%
- Riserva di spazio nelle canalizzazioni: 50%
- Riserva di spazio nelle tubazioni: diametro interno tubazione / diametro circoscritto al fascio dei cavi \geq 1.3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5 Descrizione sintetica dell'impianto

Il presente documento considera le seguenti principali opere relative ai collegamenti ferroviari, lato Calabria:

Lato	Opera	Dato dimensionale
Calabria	Galleria Bolano	Lunghezza fornici pari / dispari 1.780 / 1.780 m (*)
Calabria	Piazzale di emergenza verso Opera di Attraversamento	Superficie 2.300 m ²

Gli impianti elettrici di potenza a servizio delle suddette opere sono stati progettati in accordo alle seguenti ipotesi di base:

- Per ogni galleria ferroviaria del lato Calabrese, l'alimentazione ordinaria dell'impianto è stata derivata a 20 kV dalla rete MT dell'ente fornitore (ENEL) o di RFI, in corrispondenza a cabine poste nei piazzali agli imbocchi dei tunnel.
- Per la galleria Bolano, si è prevista la posa di una linea di MT, passante in galleria, per connettere le cabine agli imbocchi e consentire l'alimentazione di una cabina MT/bt intermedia.

5.1 Impegno di potenza complessivo

Per la rete MT della tratta calabra sono stati previsti n. 2 punti di fornitura, così definiti:

- Alimentazione MT (1) presso la nuova cabina MT/bt in piazzale di emergenza verso "Opera di Attraversamento" di galleria Bolano (A), progressiva 0+300,00 (binario pari), derivata da S.S. Enel Villa S. Giovanni.
- Alimentazione MT (2), derivata dalla nuova SSE – RFI "Gallico", presso la nuova cabina MT/bt in piazzale di emergenza verso Villa S. Giovanni (B), oggetto di altra progettazione.

Nelle seguenti tabelle sono riassunte le principali utenze alimentate dalla rete MT in oggetto, dai punti di fornitura (1), in condizioni di emergenza.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Denominazione punto di fornitura	Fornitura	Vn	Potenza [kW]
(1) Piazzale Emergenza Bolano - Opera Attraversamento	ENEL (V.S. Giovanni)	20 kV	750
(2) Piazzale Emergenza Bolano – Villa S. Giovanni	RFI (Gallico)	20 kV	750

Tabella 5-1

Utenze connesse alla fornitura (1)	Potenza nom. [kW]	ku*kc	Potenza [kW]
1- Piazzale di Emergenza Bolano verso Opera di Attraversamento			
Servizi (L,FM di piazzale)	73	1	73
Impianti LFM di galleria Bolano nord	150	1	150
Impianti idrici	50	1	50
Impianti IS	40	1	40
2- Cabina MT/bt intermedia			
Servizi (L,FM di cabina)	62	1	62
Impianti LFM di galleria Bolano nord	150	0	0
Impianti LFM di galleria Bolano sud	200	1	200
Impianti idrici	50	0,5	25
3- Piazzale di Emergenza Villa San Giovanni			
Servizi (L,FM di piazzale)	70	1	70
Impianti LFM di galleria Bolano sud	200	0	0
Impianti idrici	50	1	50
Impianti IS	20	1	20
TOTALE			740

Tabella 5-2

5.2 Sistemi elettrici di alimentazione in galleria e nei piazzali

La galleria in oggetto è dotata dei seguenti sistemi elettrici:

- Sistema a 1000 Vac, con distribuzione TN-S per il collegamento tra QdP e QdT e tra i diversi QdT. La distribuzione tra quadri è realizzata tramite conduttori in cavo FG10(O)M1 0.6/1 kV (secondo specifica TE 652 Ed. 1992) per le fasi e cavo N07G9-K per PE, per ciascun binario, posti all'interno di tubazioni/cunicoli sotto-marcia piede in galleria.
- Sistema a 400 V, con distribuzione IT (centro stella trasformatori a terra con impedenza), per alimentazione dei by-pass. Su ogni QdT è prevista una protezione a servizio di uno specifico

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

quadro elettrico di by-pass (QdB). Il sistema di distribuzione è realizzato tramite una specifica condotta (a vista e/o interrata) ove verranno posti cavi multipolari FG10(O)M1 0.6/1 kV, di sezione adeguata, facenti capo ai QdT o ai QdB.

- Sistema a 230 V, con distribuzione IT, per alimentazione dei corpi illuminanti in galleria. La distribuzione viene realizzata per mezzo di una specifica condotta metallica (opportunamente isolata / protetta dalle sovratensioni come richiesto dalla specifica IS 728) ove verranno posti cavi multipolari FG10(O)M1 0.6/1 kV, di sezione adeguata, facenti capo ai QdT.

Le utenze di/dei piazzale/i sono invece servite tramite i seguenti sistemi di distribuzione:

- Sistema a 400 V, con distribuzione TN-S. Tale sistema è realizzato tramite condotte (a vista e/o interrate) ove verranno posti cavi FG7(O)R 0.6/1 kV, di sezione adeguata, facenti capo ai Q_BT di piazzale.

5.3 Sistemi di alimentazione di emergenza

L'alimentazione agli impianti LFM a servizio delle opere in oggetto viene garantita in condizioni di emergenza nei modi di seguito elencati:

- Alimentazione ordinaria ridondata: la galleria in oggetto viene alimentata da due cabine posizionate agli imbocchi contrapposti, ciascuna delle quali è connessa ad una diversa sottostazione/cabina primaria di ENEL o RFI, direttamente o tramite rete di MT. Ciò consente anche l'alimentazione di riserva nei piazzali esterni.
- Ciascun Q_BT di piazzale è provvisto di n.2 UPS (di tipo CSS Central Supply System, conformi alle norme EN 60171, CEI 62040, EN 62040-2) per l'alimentazione in continuità dei sistemi di controllo e di sicurezza (non IS) nelle cabine MT/bt e gli ausiliari dei QdP.
- Ciascun QdT è dotato di un sistema di riserva ed accumulo di energia, ridondata su due unità, per i servizi ausiliari di quadro.
- Ciascun QdB è dotato di un sistema di riserva ed accumulo di energia, ridondata su quattro unità. Due delle quattro unità garantiranno l'alimentazione in continuità dei servizi ausiliari di quadro. Le altre due unità garantiranno l'alimentazione in continuità dei sistemi di controllo accessi del by-pass e per gli ausiliari dei sistemi di ventilazione del by-pass.
- Ciascun QBI è dotato di UPS di potenza nominale pari o superiore a 1.500 VA, autonomia minima 10 min all'80 % del carico, 20 min al 50 % per l'alimentazione in continuità degli ausiliari di quadro.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6 Dimensionamento apparecchiature elettriche principali

Nel caso specifico, per dimensionamento delle apparecchiature elettriche principali si intende il dimensionamento di trasformatori, gruppi di continuità assoluta (UPS), soccorritori (CSS) e sistemi di accumulo dell'energia.

6.1 Apparecchiature di cabina

Di seguito sono inviate le principali caratteristiche delle seguenti apparecchiature elettriche principali di cabina:

- trasformatori MT/BT per servizi di piazzale
- trasformatori MT/BT per dorsali in galleria
- UPS / CSS per servizi di piazzale

La scelta delle taglie delle apparecchiature elettriche principali di cabina deriva dalla valutazione dei carichi da alimentare (nella peggiore condizione ovvero in caso di emergenza) che si riassumono nella seguente tabella, nella quale i valori si riferiscono alla potenza nominale derivata dai diversi quadri elettrici:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Cabina Piazzale emergenza Galleria Bolano verso Opera di Attraversamento			
	Piazzale	Galleria Bolano P/N	Galleria Bolano D/N
	[kW]	[kW]	[kW]
QdP			
- Dorsale binario P	-	75	-
- Dorsale binario D	-	-	75
Q_BT			
- UtENZE sezione normale	33,00	-	-
- Q_AI	33,00	-	-
- Q_SI	12,00	-	-
- SIAP	40,00	-	-
- Edifici	-	-	-
- Illuminazione esterna	20,00	-	-
- UtENZE sezione continuità	20,00	-	-
Potenza totale	159,00	75	75
Cos φ	0,90	0,90	0,90
FcxFu	0,90	1,00	1,00
Potenza totale [kVA]	159,00	83,33	83,33
Trasformatore			
- numero	2,00	1,00	1,00
- tensioni nominali [kV]	20/0,4	20/1	20/1
- taglia [kVA]	200,00	200,00	200,00
- riserva di potenza	21%	58%	58%
UPS/CSS			
- numero	2,00		
- taglia [kVA]	30,00		
- autonomia [h]	1		
- riserva di potenza	33%		

Tabella 6-1

Come si evince dalle precedenti tabelle, ai fini del presente dimensionamento è stato considerato un fattore di potenza cautelativo pari a 0,90 in quanto il carico risulta rifasato sia con

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

condensatori/alimentatori elettronici in campo (ad esempio gli apparecchi illuminanti ed i ventilatori) sia con quadri di rifasamento automatico di cabina (per il solo quadro Q_BT).

Sono stati inoltre introdotti dei fattori di contemporaneità ed utilizzazione, con prodotto pari a 0,90 nei piazzali (alcune utenze non sono contemporanee) ed 1 per le gallerie.

Per quanto concerne i dettagli relativi alle potenze assorbite dai vari Impianti (illuminazione, utenze meccaniche edifici e servizi ausiliari) si rinvia agli schemi unifilari dei quadri elettrici in oggetto.

Ovviamente, in seguito alla definizione delle taglie delle apparecchiature da installare in cabina, sono stati opportunamente dimensionati sia gli spazi tecnici per il loro contenimento che gli impianti di ventilazione/condizionamento idonei al mantenimento di una temperatura inferiore al valore massimo accettabile (tipicamente da 25°C a 40°C).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

6.2 Apparecchiature di QdT, QdB, QBI

Di seguito sono inviate le principali caratteristiche delle seguenti apparecchiature elettriche principali nei QdT, nei QdB e QBI:

- QdT: trasformatori BT/BT e sistema di accumulo dell'energia
- QdB: inverter e sistema di accumulo dell'energia
- QBI: UPS (solo indicazione della dimensione finale dell'apparecchiatura)

Nelle successive tabelle sono riportati i valori assunti per la potenza attiva dei diversi carichi alimentati dai QdT/QdB.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

QUADRO DI TRATTA nei Nicchioni	N.	P utenza [W]	P totale [W]
SEZIONE NORMALE			
Resistenza anticondensa	1	100	100
Quadro prese VVF	1	1000	1000
Illuminazione con faro portatile	1	1000	1000
TEM + DS + Switch	1	400	400
P dissipata sistema di accumulo energia	1	9	9
Controllore isolamento sistema IT	1	10	10
MAE(230 Vac)	1	3	3
PMAE	4	5	20
Controllo collettivo (MAE/C)	2	5	10
Illuminazione di emergenza sx	10	20	200
Illuminazione di emergenza dx	10	20	200
Pulsante luminoso	3	5	15
Luce di riferimento nicchione	1	20	20
Illuminazione nicchione	1	43	43
Illuminazione punte di scambio	1	200	200
MATS	1	1200	1200
SEZIONE CA 24 Vdc			
Sistemi di protezione utenze QdT (SIF+BFO)	2	19	38
UdT (PLC) + Gateway	1	44,5	44,5
MAE (24Vdc)	1	10	10
Motorizzazioni interruttori di dorsale	2	150	300
Ausiliari QdT	1	50	50
Switch rete dati	1	10	10
POTENZA TOTALE			4.883
f.c.xf.u.			0,90
POTENZA [VA] (cos φ =0.9)			4.883

Tabella 6-2

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

QUADRO DI TRATTA nei By-pass	N.	P utenza [W]	P totale [W]
SEZIONE NORMALE			
Alimentazione QdB	1	16.242	16.242
Ventola quadro	1	48	48
Resistenza anticondensa	1	100	100
Quadro prese VVF	1	1000	1000
Illuminazione con faro portatile	1	1000	1000
TEM + DS + Switch	1	400	400
P dissipata sistema di accumulo energia	1	9	9
Controllore isolamento sistema IT	1	10	10
MAE(230 Vac)	1	3	3
PMAE	4	5	20
Controllo collettivo (MAE/C)	2	5	10
Illuminazione di emergenza sx	10	20	200
Illuminazione di emergenza dx	10	20	200
Pulsante luminoso	3	5	15
Luce di riferimento nicchione	1	20	20
Illuminazione nicchione	1	43	43
Illuminazione punte di scambio	1	200	200
MATS	1	1200	1200
Ascensore by-pass	1	2800	2800
SEZIONE CA 24 Vdc			
Sistemi di protezione utenze QdT (SIF+BFO)	2	19	38
UdT (PLC) + Gateway	1	44,5	44,5
MAE(24Vdc)	1	10	10
Motorizzazioni int. di dorsale	2	150	300
Ausiliari QdT	1	50	50
Switch rete dati	1	10	10
POTENZA TOTALE			23.973
f.c.xf.u.			0,90
POTENZA [VA] (cos φ =0.9)			23.973

Tabella 6-3

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

QUADRO DI BY-PASS	N.	P utenza [W]	P totale [W]
SEZIONE NORMALE			
Ventola quadro	1	48	48
Apparati SDH e GSM-R	1	3100	3100
Apparati GSM (IRG)	1	320	320
TEM + DS + Switch	1	400	400
P dissipata sistema di accumulo energia	2	9,5	19
Ventilatore	1	12222	12222
Resistenza anticondensa	1	100	100
Ventilatore locale GSM	1	200	200
Elettrovalvola antincendio	1	500	500
Centrale rivelazione incendio by-pass	1	70	70
Centrale rivelazione antintrusione	1	70	70
MAE(230 Vac)	1	3	3
PMAE	8	5	40
Illuminazione by-pass	8	43	344
Pulsante luminoso	2	5	10
SEZIONE CA 24 Vdc			
Centralina controllo vibrazioni ventilatore	1	8	8
Serranda motorizzata modulante	2	2	4
Serranda Tagliafuoco	2	8	16
Unità controllo porta	2	3,6	7,2
Elettroserratura	2	7,2	14,4
Lampada consenso porte	2	18	36
MAE(24Vcc)	1	10	10
UdB (PLC) + Gateway	1	44,5	44,5
Motorizzazioni sez. di rete	2	150	300
Commutatore automatico	1	5	5
Aux QdB	1	50	50
Switch	1	10	10
POTENZA TOTALE [W]			18.047
f.c.xf.u.			0,90
POTENZA VA (cos φ =0.9)			18.047

Tabella 6-4

Come si evince dalla tabella, ai fini del presente dimensionamento è stato considerato un fattore di potenza cautelativo pari a 0,90 in quanto il carico risulta rifasato con condensatori/alimentatori elettronici in campo (ad esempio gli apparecchi illuminanti ed i ventilatori).

Sono stati inoltre introdotti dei fattori di contemporaneità ed utilizzazione, con prodotto pari a 0,90 per i quadri di tratta e 0.95 per i quadri di bypass (alcune utenze, ad esempio motorizzazioni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

protezioni ed illuminazioni generali, non risultano contemporanee) .

Per ulteriori dettagli sulle potenze assorbite dalle diverse utenze si rinvia agli schemi unifilari dei quadri elettrici in oggetto.

La scelta delle taglie delle apparecchiature elettriche principali di QdT/QdB deriva dalla valutazione dei carichi da alimentare (nella peggiore condizione) che si riassumono nelle seguente tabella:

	QdT – nicchioni	QdT – by-pass	QdB	QBI
	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
Sezione normale	4,9	24	18	-
Sezione ca 24 Vdc	0.3 (*)	0.3 (*)	0.5 (*)	0.5 (**)
Trasformatore	FF/FN	Dyn11		
- numero	1	1		
- tensioni nominali [kV]	1/0,23	1/0,4		
- taglia [kVA]	5	30		
UPS				
- numero				1
- taglia [kW]				1.5
Inverter				
- numero			2	2
- taglia [kW]			11	11
Sistema accumulo energia				
- numero sistemi accumulo	2	2	4	4
- taglia sistemi accumulo [W]	360	360	360	360
- energia sistemi accumulo [kWs]	5	5	5	5
- numero trasformatori	2	2	2	2
- taglia trasformatori 1/0.23 kV [W]	500	500	500	500
- numero alimentatori	2	2	4	4
- taglia alimentatori 230/24 Vdc [W]	480	480	480	480

(*) con fattore di contemporaneità 1 , (**) con riferimento alla motorizzazione di n.2 interruttori e l'alimentazione delle relative protezioni.

Tabella 6-5

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

6.3 Apparecchiature nei locali Centrali Antincendio

Di seguito sono inviate le principali caratteristiche delle seguenti apparecchiature elettriche nei locali centrali antincendio previste nei piazzali in oggetto:

- Q_AI: quadro antincendio per alimentazione elettropompa
- Q_SI: quadro servizi antincendio per alimentazione impianti a servizio della centrale antincendio

In particolare, relativamente ai diversi piazzali si prevedono le seguenti centrali:

- Piazzale di Emergenza galleria Bolano verso Opera di Attraversamento: centrale C7

Nelle successive tabelle sono riportati i valori assunti per la potenza attiva dei diversi carichi alimentati dai Q_AI/Q_SI delle rispettive centrali antincendio.

QUADRO ANTINCENDIO Q_AI/C7	N.	P utenza [kW]	P totale [kW]
SEZIONE NORMALE			
Elettropompa antincendio	1	33,3	33,3
POTENZA TOTALE [kW]		33,3	33,33
f.c.			0,85
POTENZA [kVA] (cos φ =0,85)			33,2

Tabella 6-6

QUADRO ANTINCENDIO Q_SI/C7	N.	P utenza [kW]	P totale [kW]
SEZIONE NORMALE			
Quadro motopompa antincendio	1	1,5	1,5
Pompa svuotamento	1	2,11	2,11
Aeroterma	1	6,0	6,0
Elettrovalvola 1 on/off rete binario pari	1	0,556	0,556
Elettrovalvola 2 on/off rete binario dispari	1	0,556	0,556
Elettrovalvola 3 on/off alim. da acquedotto	1	0,556	0,556
Elettrovalvola 3 vie motopompa	1	0,556	0,556
POTENZA TOTALE [kW]		11,83	11,83
f.c.			0,882
POTENZA [kVA] (cos φ =0,882)			13,415

Tabella 6-7

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7 Dimensionamento linee BT

7.1 Calcolo delle correnti d'impiego

Per i carichi o utenze presenti nell'impianto la corrente d'impiego è definita dalla formula seguente, sulla base della potenza realmente assorbita:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

- Pd = Potenza effettivamente assorbita dal carico
- Vn = Tensione nominale del sistema
- cos φ = Fattore di potenza
- kca = fattore dipendente dal sistema di collegamento
 - kca = 1 sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
 - kca = 1.73 sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza cos φ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione Vn è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento Pd è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nel quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza Pn, invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle Pd delle utenze a valle (ΣPd a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (ΣQ_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

7.2 Dimensionamento e verifica a sovraccarico dei cavi

7.2.1 Generalità

Di seguito sono illustrati i criteri di dimensionamento e verifica dei cavi e delle relative protezioni, in relazione alle correnti di sovraccarico.

Il riferimento è la Norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), secondo la quale il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

- a) $I_b \leq I_n \leq I_z$
- b) $I_f \leq 1.45 \cdot I_z$

dove:

- I_b = Corrente di impiego del circuito
- I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z = Portata in regime permanente della conduttura
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

Affinché sia verificata la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

L'individuazione della portata si effettua utilizzando le seguenti tabelle di posa assegnate ai cavi:

- CEI 64-8 Tabella 52C (esempi di condutture);
- CEI-UNEL 35024/1 (portata dei cavi isolati in PVC ed EPR);
- CEI-UNEL 35026 (portata dei cavi interrati);

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile (portata) in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k_{tot}}$$

dove il coefficiente k_{tot} ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

Laddove necessario, saranno posti dei vincoli cautelativi, sui coefficienti di declassamento utilizzati.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (ricavata dalla tabella) sia superiore alla $I_{z \min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

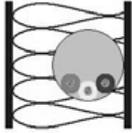
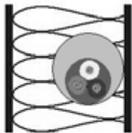
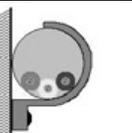
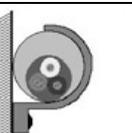
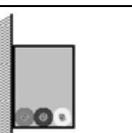
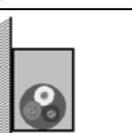
Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

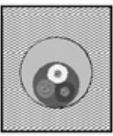
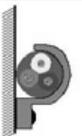
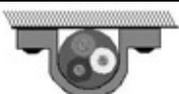
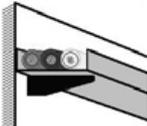
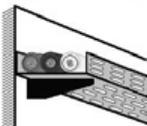
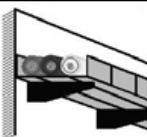
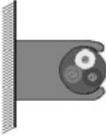
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

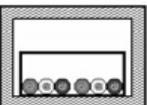
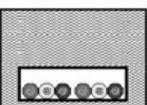
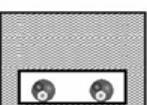
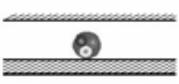
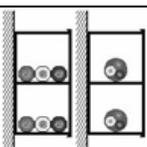
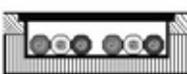
Nei capitoli che seguono sono specificate le modalità di posa contemplate dalla Norma CEI 64-8, le tabelle ricavate dalle norme di cui sopra e i diversi metodi per la determinazione della portata.

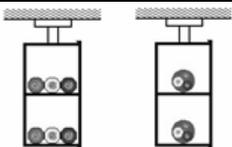
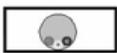
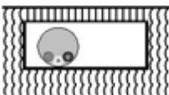
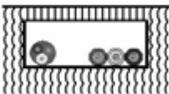
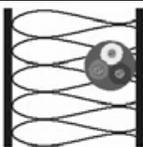
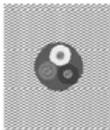
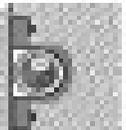
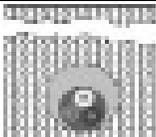
7.2.2 Modalità di posa

Con riferimento alla norma CEI 64-8/5, le tipologie di installazione previste sono riportate nelle tabella seguente:

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	1	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
	2	cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
	3	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
	3A	cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
	4	cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti
	4A	cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti
	5	cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	5A	cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura
	11	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, posati su o distanziati da pareti
	11A	cavi multipolari (o unipolari con guaina) con o senza armatura fissati su soffitti
	12	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle non perforate
	13	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle perforate con percorso orizzontale o verticale
	14	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su mensole
	15	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, fissati da collari
	16	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle a traversini
	17	cavi unipolari con guaina (o multipolari) sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto
	18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolanti

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	21	cavi multipolari (o unipolari con guaina) in cavità di strutture
	22	cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
	22A	cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture
	23	cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
	24	cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
	24A	cavi multipolari (o unipolari con guaina), in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
	25	cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati in: <ul style="list-style-type: none"> ▪ controsoffitti ▪ pavimenti sopraelevati
	31	cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete con percorso orizzontale
	32	cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete con percorso verticale
	33	cavi senza guaina posati in canali incassati nel pavimento

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	33A	cavi multipolari posati in canali incassati nel pavimento
	34	cavi senza guaina in canali sospesi
	34A	cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi
	41	cavi senza guaina e cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli chiusi, con percorso orizzontale o verticale
	42	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli ventilati incassati nel pavimento
	43	cavi unipolari con guaina e multipolari posati in cunicoli aperti o ventilati con percorso orizzontale e verticale
	51	cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati direttamente entro pareti termicamente isolanti
	52	cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati direttamente nella muratura senza protezione meccanica addizionale
	53	cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati nella muratura con protezione meccanica addizionale
	61	cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati
	62	cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati senza protezione meccanica addizionale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

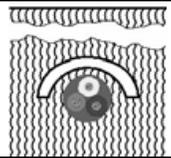
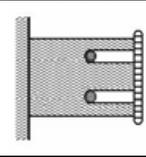
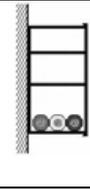
ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	63	cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati con protezione meccanica addizionale
	71	cavi senza guaina posati in elementi scanalati
	72	cavi senza guaina (o cavi unipolari con guaina o cavi multipolari) posati in canali provvisti di elementi di separazione: <ul style="list-style-type: none"> ▪ circuiti per cavi per comunicazione e per elaborazione dati
	73	cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) posati in stipiti di porte
	74	cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) posati in stipiti di finestre
	75	cavi senza guaina, cavi multipolari o cavi unipolari con guaina in canale incassato
	81	cavi multipolari immersi in acqua

Tabella 7-1 - Esempi di condutture (rif. CEI 64-8 tab.5C)

Le figure riportate sono solo indicative dei metodi di installazione descritti, ma non rappresentano la reale messa in opera.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0

7.2.3 Determinazione della portata

7.2.3.1 Cavi isolati in PVC ed EPR (CEI-UNEL 35024/1)

Per la determinazione della portata dei cavi in rame isolati in materiale elastomerico o termoplastico si fa riferimento alla tabella CEI-UNEL 35024/1.

La norma non prende in considerazione i cavi con posa interrata, in acqua o i cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

In particolare:

- il coefficiente k_{tot} è ottenuto dal prodotto dei coefficienti k_1 e k_2 ricavati dalle tabelle 3, 4, 5, 6;
- la portata nominale è ricavata dalle tabelle 7 e 8 in relazione al numero della posa (secondo CEI 64-8/5), all'isolante e al numero di conduttori attivi (riferita a 30°C).

k_1 è il coefficiente di correzione relativo alla temperatura ambiente

k_2 è il coefficiente di correzione per i cavi in fascio, in strato o su più strati.

Il coefficiente k_2 si applica ai cavi del fascio o dello strato aventi sezioni simili (rientranti nelle tre sezioni unificate adiacenti) e uniformemente caricati.

Qualora K_2 non sia applicabile, è sostituito dal coefficiente F:

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

dove n è il numero di cavi che compongono il fascio:

n	1	2	3	4	5	6	7	8
F	1	0.71	0.57	0.5	0.44	0.41	0.37	0.35

Tabella 7-2 - Fattore di correzione per conduttori in fascio F

Temperatura [°C]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,2	1.17	1.12	1.06	1.00	0.94	0.87	0.79	0.71	0,6	0,5	-	-	-	-
EPR	1,2	1.12	1.08	1.04	1.00	0.96	0,9	0.87	0.82	0.76	0,7	0,7	0,6	1	0,4

Tabella 7-3 - Influenza della temperatura k_1

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		Codice documento CF0183_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

n° di posa CEI 64-8	disposizione	numero di circuiti o di cavi multipolari												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
tutte le altre pose	raggruppati a fascio, annegati	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38	
11/12/2025	singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	nessuna ulteriore riduzione per più di 9 circuiti o cavi multipolari			
11A	strato a soffitto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
13	strato su passerelle perforate orizzontali o verticali (perforate o non perforate)	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
14-15-16-17	strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno	1	0,87	0,82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78				

Tabella 7-4 - Circuiti realizzati con cavi in fascio o strato k_2

n° posa CEI 64-8	metodo di installazione		numero di cavi per ogni supporto							
			numero di passerelle	1	2	3	4	6	9	
13	passerelle perforate orizzontali	posa ravvicinata	2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68	
			3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66	
		posa distanziata	2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87		
			3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85		
13	passerelle perforate verticali	posa ravvicinata	2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70	
		posa distanziata	2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85		
14-15-16-17	scala posa cavi elemento di sostegno	posa ravvicinata	2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73	
			3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70	
		posa distanziata	2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96		
			3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93		

Tabella 7-5 - Circuiti realizzati con cavi multipolari in strato su più supporti (es. passerelle) k_2

Per posa distanziata si intendono cavi posizionati:

- ad una distanza almeno doppia del loro diametro in caso di cavi unipolari
- ad una distanza almeno pari alloro diametro in caso di cavi multipolari.

Se i cavi sono installati ad una distanza superiore a quella sopra indicata il fattore correttivo per circuiti in fascio non si applica ($K_2 = 1$).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nelle pose su passerelle orizzontali o su scala posa cavi, i cavi devono essere posizionati ad una distanza dalla superficie verticale (parete) maggiore o uguale a 20 mm.

n° posa CEI 64-8		numero d circuiti trifasi				utilizzato per
		numero di passerelle	1	2	3	
13	passerelle perforate	2	0,96	0,87	0,81	3 cavi in formazione orizzontale
		3	0,95	0,85	0,78	
13	passerelle perforate	2	0,95	0,84		3 cavi in formazione verticale
14-15-16-17	scala posa cavi o elemento di sostegno	2	0,98	0,93	0,89	3 cavi in formazione orizzontale
		3	0,97	0,90	0,86	
13	passerelle perforate	2	0,97	0,93	0,89	3 cavi in formazione a trefolo
		3	0,96	0,92	0,86	
13	passerelle perforate	2	1,00	0,90	0,86	
14-15-16-17	scala posa cavi o elemento di sostegno	2	0,97	0,95	0,93	
		3	0,96	0,94	0,9	

Tabella 7-6 - Circuiti realizzati con cavi unipolari in strato su più supporti k_2

Nelle pose su passerelle orizzontali o su scala posa cavi, i cavi devono essere posizionati ad una distanza dalla superficie verticale (parete) maggiore o uguale a 20 mm. Le terne di cavi in formazione a trefolo si intendono disposte ad una distanza maggiore di due volte il diametro del singolo cavo unipolare.

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portata [A]																							
				Sezione nominale [mm ²]																							
				1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630				
cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2	-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-				
			3	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-	-	-				
			EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424	-	-	-	-			
		cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-		
					3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-	-	-		
					EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-	-	-	-	
cavi in aria libera in posizione non a portata di mano	18	PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-	-	-				
			3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-				
			EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-	-	-			
		cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25	PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855		
					EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088	
					cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16	PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868
3	-	19,5	26	35				46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	689	789	905				
EPR	2	-	27	37				50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254			
cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale(2)	14-15-16	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138				
			3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138				
			EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454			
		cavi in aria libera distanziati su un piano verticale (2)	13-14-15-16	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070		
					3	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070		
					EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362						

Tabella 7-7 - Portata cavi unipolari con e senza guaina con isolamento in PVC o EPR ¹

¹ PVC: mescola termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70 °C). EPR: mescola elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90 °C)

² I cavi unipolari affiancati che compongono il circuito trifase si considerano distanziati se posati in modo che la distanza tra di essi sia superiore o uguale a due volte il diametro esterno del singolo cavo unipolare.

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portata [A]																			
				Sezione nominale [mm ²]																			
				1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
cavo in tubo	2-51-73-74	PVC	2	-	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-	-
3			-	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-	-	
incassato in parete isolante		EPR	2	-	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-	-
3	-		16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-	-		
cavo in tubo	3A-4A-5A-21	PVC	2	13,5	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-	-
in aria	22A-24A-25		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-	-
	33A-31-34A	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-	-
	43-32		3	15	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	456	-	-	-
cavo in aria libera, distanziato	13-14-15-16-17	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-	-
dalla parete/soffitto o su passerella			3	13,6	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497			
		EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741			
	3		17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621				
cavo in aria libera, fissato	11-11A-52-53-	PVC	2	15	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530			
alla parete/soffitto	12		3	13,5	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464			
	EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693				
		3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576				

Tabella 7-8 - Portata cavi multipolari con e senza guaina con isolamento in PVC o EPR ¹

7.2.3.2 Cavi interrati (CEI-UNEL 35026)

Per la determinazione della portata dei cavi in rame con isolamento elastomerico o termoplastico si fa riferimento alla tabella CEI-UNEL 35026.

In particolare:

- il coefficiente ktot è ottenuto dal prodotto dei coefficienti k1, k2, k3 e k4, ricavati dalle tabelle 9, 10, 11, 12.
- la portata nominale è ricavata dalla tabella 13 in relazione al numero della posa (secondo CEI 64-8/5), all'isolante e al numero di conduttori attivi (riferita a d una temperatura del terreno di 20°C).

k₁ è il coefficiente di correzione relativo alla temperatura del terreno

k₂ è il coefficiente di correzione per gruppi di circuiti installati sullo stesso piano

k₃ è il coefficiente di correzione relativo alla profondità di interramento

k₄ è il coefficiente di correzione relativo alla resistività termica del terreno

¹ PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70 °C). EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90 °C)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0

Temperatura del terreno [°C]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1.1	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45	-	-	-	-
EPR	1.07	1.04	1	0.96	0.93	0.89	0.85	0.8	0.76	0.71	0.65	0.6	0.53	0.46	0.38

Tabella 7-9 - Influenza della temperatura del terreno – k_1

un cavo multipolare per ciascun tubo				
n° circuiti	distanza fra i circuiti [m]			
	a contatto	0.25	0.5	1
2	0.85	0.9	0.95	0.95
3	0.75	0.85	0.9	0.95
4	0.7	0.8	0.85	0.9
5	0.65	0.8	0.85	0.9
6	0.6	0.8	0.8	0.9
un cavo unipolare per ciascun tubo				
n° circuiti	distanza fra i circuiti [m]			
	a contatto	0.25	0.5	1
2	0.8	0.9	0.9	0.95
3	0.7	0.8	0.85	0.9
4	0.65	0.75	0.8	0.9
5	0.6	0.7	0.8	0.9
6	0.6	0.7	0.8	0.9

Tabella 7-10 - Gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano – k_2

profondità di posa [m]	0.5	0.8	1	1.2	1.5
fattore di correzione	1.02	1	0.98	0.96	0.94

Tabella 7-11 - Influenza della profondità di posa – k_3

cavi unipolari					
resistività del terreno [K m/W]	1	1.2	1.5	2	2.5
fattore di correzione	1.08	1.05	1	0.9	0.82
cavi multipolari					
resistività del terreno [K m/W]	1	1.2	1.5	2	2.5
fattore di correzione	1.06	1.04	1	0.91	0.84

Tabella 7-12 - Influenza della resistività termica del terreno – k_4

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portata [A]																						
				Sezione nominale [mm ²]																						
				1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630				
cavi unipolari in tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)		PVC	2	22	29	38	47	63	82	105	127	157	191	225	259	294	330	386								
			3	20	26	34	43	57	74	95	115	141	171	201	231	262	293	342								
			2	26	34	44	54	73	95	122	148	182	222	261	301	343	385	450	509	592	666	759				
		EPR	3	23	31	40	49	67	85	110	133	163	198	233	268	304	340	397	448	519	583	663				
			2	21	27	36	45	61	78	101	123	153	187	222	256	292	328	385								
			3	18	23	30	38	51	66	86	104	129	158	187	216	246	277	325								
cavi unipolari in tubo interrato	61	PVC	2	21	27	36	45	61	78	101	123	153	187	222	256	292	328	385								
			3	18	23	30	38	51	66	86	104	129	158	187	216	246	277	325								
			2	24	32	41	52	70	91	118	144	178	218	258	298	340	383	450	510	595	671	767				
		EPR	3	21	27	35	44	59	77	100	121	150	184	217	251	287	323	379	429	500	565	645				
			2	19	25	33	41	56	73	94	115	143	175	208	240	273	307	360								
			3	16	21	28	35	47	61	79	97	120	148	175	202	231	259	304								
cavi multipolari in tubo interrato	61	PVC	2	23	30	39	49	66	86	111	136	168	207	245	284	324	364	428								
			3	19	25	32	41	55	72	93	114	141	174	206	238	272	306	360								
			2	16	21	28	35	47	61	79	97	120	148	175	202	231	259	304								
		EPR	3	19	25	32	41	55	72	93	114	141	174	206	238	272	306	360								
			2	23	30	39	49	66	86	111	136	168	207	245	284	324	364	428								
			3	19	25	32	41	55	72	93	114	141	174	206	238	272	306	360								

Tabella 7-13 - Portata cavi unipolari con e senza guaina e cavi multipolari con isolamento in PVC o EPR 2 3

7.2.4 Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² (conduttore in rame) e 25 mm² (conduttore in alluminio), il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

$$\begin{aligned}
 S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\
 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\
 S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2
 \end{aligned}$$

Qualora, in base a esigenze progettuali, si scelga di dimensionare il neutro per la reale corrente circolante, dovranno essere fatte le medesime considerazioni relative ai conduttori di fase.

2 PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70°C; EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90°C).

3 Per posa direttamente interrata con o senza protezione meccanica (posa 62 e 63), applicare il fattore correttivo 1,15 unitamente ai fattori correttivi K1, k2, k3, e k4.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.2.5 Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned}
 S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\
 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\
 S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2
 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica;

7.2.6 Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

7.3 Cadute di tensione

La caduta di tensione in una linea percorsa dalla corrente I_b è rappresentata dalla formula seguente:

$$\Delta V = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \sqrt{(R_L \cdot L_c)^2 + (X_L \cdot L_c)^2}$$

dove

- R_L = resistenza alla temperatura di funzionamento (per unità di lunghezza);
- X_L = reattanza della linea (per unità di lunghezza);
- k_{cdt} = coefficiente pari a 2 per i sistemi monofase e 1.73 per i sistemi trifase.

I parametri R_L e X_L per i cavi sono ricavati dalla tabella 35023 in funzione della tipologia (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori (espressi in unità di lunghezza).

Il calcolo può essere anche essere semplificato secondo la seguente formula seguente:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot L_c \cdot (R_L \cdot \cos \varphi + X_L \cdot \sin \varphi)$$

Nei calcoli di verifica, il carico è ipotizzato concentrato a fondo della linea per le utenze singole e distribuito lungo la linea per le utenze multiple alimentate da dorsali.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma vettoriale delle cadute di tensione, riferite ad un solo conduttore.

Nel caso in cui siano presenti trasformatori, il calcolo della caduta di tensione tiene conto della

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

caduta interna e della presenza di eventuali prese di regolazione del rapporto spire.

La caduta di tensione percentuale è riferita alla tensione nominale dell'utenza in esame.

La verifica prevede il confronto tra il valore massimo calcolato nelle tre fasi e il limiti prestabiliti dalla Norma CEI 64-8 (par. 525).

7.4 Rifasamento

Dato un carico che assorbe la potenza attiva P_n e la potenza reattiva Q , per diminuire φ e quindi aumentare $\cos \varphi$ senza variare P_n (cioè per passare a $\Theta < \varphi$), si deve introdurre una potenza Q_{rif} di segno opposto a quello di Q , tale che:

$$Q_{rif} = P_n \cdot (\tan \varphi - \tan \Theta)$$

nella quale Θ è l'angolo corrispondente al fattore di potenza a cui si vuole rifasare. Tale valore oscilla tra 0.8 e 0.9 a seconda delle esigenze progettuali.

Il rifasamento può essere eseguito in due modalità:

- distribuito;
- centralizzato.

Tale scelta va valutata al fine di ottimizzare i costi ed i risultati finali, quindi le batterie di condensatori potranno essere inseriti localmente in parallelo ad un carico terminale, oppure centralizzato per rifasare un determinato nodo della rete.

Se la rete dispone di trasformatori, possono essere inserite anche batterie di rifasamento a valle degli stessi per compensare l'energia reattiva assorbita a vuoto dalla macchina.

La corrente nominale della batteria di condensatori viene calcolata tramite la:

$$I_{nc} = \frac{Q_{rif}}{k_{ca} \cdot V_n}$$

Le correnti nominali e di taratura delle protezioni devono tenere conto (CEI 33-5) che ogni batteria di condensatori può sopportare costantemente un sovraccarico del 30% dovuto alle armoniche; inoltre deve essere ammessa una tolleranza del +15% sul valore reale della capacità dei condensatori. Pertanto la corrente nominale dell'interruttore deve essere almeno di $I_{tarth}=1.53 I_{nc}$.

Infine la taratura della protezione magnetica non dovrà essere inferiore a $I_{tarmag}= 10 I_{nc}$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.5 Calcolo dei guasti

Le tipologie di guasto considerate, sulla base della modellizzazione delle apparecchiature che compongono la rete, sono le seguenti:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

Per i diversi casi, i risultati del calcolo riguardano le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte e, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

Nel seguito è riportato il metodo di calcolo utilizzato, con particolare riferimento a quanto indicato nella norma CEI 11-25. Qualora si ritenga necessario, nei casi specifici, sono talvolta introdotte alcune approssimazioni, sotto opportune ipotesi, per mezzo di formule semplificate.

7.5.1 Modellizzazione delle apparecchiature in rete

7.5.1.1 Trasformatori

Le caratteristiche dei trasformatori in rete sono ricavate a partire dai seguenti dati di targa:

- Potenza nominale P_n (in kVA);
- Perdite di cortocircuito P_{cc} (in W);
- Tensione di cortocircuito v_{cc} (in %)
- Rapporto tra la corrente di inserzione e la corrente nominale I_{lr}/I_{rt} ;
- Rapporto tra la impedenza alla sequenza omopolare e quella di corto circuito;
- Tipo di collegamento;
- Tensione nominale del primario V_1 (in kV);
- Tensione nominale del secondario V_02 (in V).

Impedenza di cortocircuito del trasformatore espressa in $m\Omega$:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$Z_{cct} = \frac{v_{cc}}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Resistenza di cortocircuito del trasformatore espressa in mΩ:

$$R_{cct} = \frac{P_{cc}}{1000} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n^2}$$

Reattanza di cortocircuito del trasformatore espressa in mΩ:

$$X_{cct} = \sqrt{Z_{cct}^2 - R_{cct}^2}$$

L'impedenza a vuoto omopolare del trasformatore viene ricavata dal rapporto con l'impedenza di cortocircuito dello stesso:

$$Z_{vot} = Z_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)$$

dove il rapporto Z_{vot}/Z_{cct} vale usualmente 10-20.

In uscita al trasformatore si otterranno pertanto i parametri alla sequenza diretta, in mΩ:

$$Z_d = |\dot{Z}_{cct}| = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

nella quale:

$$\begin{aligned} R_d &= R_{cct} \\ X_d &= X_{cct} \end{aligned}$$

I parametri alla sequenza omopolare dipendono invece dal tipo di collegamento del trasformatore in quanto, in base ad esso, abbiamo un diverso circuito equivalente.

Pertanto, se il trasformatore è collegato triangolo/stella (Dy), si ha:

$$R_{ot} = R_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)} \quad X_{ot} = X_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)} \quad Z_{ot} = Z_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}$$

Diversamente, se il trasformatore è collegato stella/stella (Yy) si ha:

$$R_{ot} = R_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right) \quad X_{ot} = X_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right) \quad Z_{ot} = Z_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)$$

Fattore di correzione per trasformatori, CEI 11-25 (3.3.3)

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con e senza variazione sotto carico, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_T tale che:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$Z_{cctK} = K_T \cdot Z_{cct}$$

$$Z_{otK} = K_T \cdot Z_{ot}$$

$$K_T = 0,95 \cdot \frac{C_{max}}{1 + 0,6 \cdot x_T}$$

dove la reattanza relativa del trasformatore è calcolata con la formula seguente:

$$x_T = \frac{X_{cct}}{V_{02}^2 / P_n}$$

Tale fattore deve essere applicato sia alla impedenza diretta che a quelle omopolari e non va applicato nel caso di autotrasformatori.

7.5.1.2 Generatori

Le caratteristiche dei generatori in rete sono ricavate a partire dai seguenti dati di targa:

- potenza nominale P_n (in kVA);
- reattanza sincrona percentuale x_S;
- reattanza subtransitoria percentuale x'';
- rapporto tra l'impedenza omopolare e l'impedenza sincrona Z_{og}/Z_S.

L'impedenza subtransitoria si calcola con la formula:

$$X'' = \frac{x''}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

dalla quale si ricavano le componenti alla sequenza diretta:

$$R_d = 0$$

$$X_d = X''$$

La componente resistiva si trascura rispetto alla componente reattiva del generatore.

L'impedenza sincrona si calcola con la formula:

$$X_s = \frac{x_s}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Dalla quale, tramite il rapporto Z_{og}/Z_S, si ricavano le componenti omopolari:

$$R_0 = 0$$

$$X_0 = \frac{Z_{og}}{Z_s} \cdot X_s$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.5.1.3 Motori asincroni

Le caratteristiche dei motori asincroni in rete sono ricavate a partire dai seguenti dati di targa:

- U_{rn} tensione nominale del motore [V] (concatenata per motori trifasi, di fase per motori monofasi collegati fase - neutro o fase - fase);
- I_{rm} corrente nominale del motore [A];
- S_{rm} potenza elettrica apparente nominale [kVA];
- P numero di coppie polari;
- I_{lr}/I_{rm} rapporto tra la corrente a motore bloccato (di c.c.) e la corrente nominale del motore;
- Fattore di potenza allo spunto.
- Possibilità di avviamento stella/triangolo per i motori trifasi, per cui si diminuisce I_{lr}/I_{rm} di 3.

L'impedenza del motore si calcola con la formula:

$$Z_M = \frac{1}{I_{lr}/I_{rm}} \cdot \frac{U_{rm}^2}{S_{rm}}$$

Per i motori asincroni si considera la corrente di interruzione i_b tenendo conto del tempo di ritardo di default pari a 0.02s. per calcolare i coefficienti m e μ .

Il coefficiente m si calcola secondo la seguente tabella:

$$\begin{aligned} \mu &= 0.84 + 0.26 \cdot e^{-0.26(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} &= 0.02 \text{ s} \\ \mu &= 0.71 + 0.51 \cdot e^{-0.30(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} &= 0.05 \text{ s} \\ \mu &= 0.62 + 0.72 \cdot e^{-0.32(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} &= 0.10 \text{ s} \\ \mu &= 0.56 + 0.94 \cdot e^{-0.38(I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} &\geq 0.25 \text{ s} \end{aligned}$$

se $I_{lr}/I_{rm} \leq 2$ allora $\mu = 1$.

Per il coefficiente q si deve prendere la potenza attiva meccanica espressa in MW e dividerla per il numero di coppie polari P al fine di ottenere la variabile m :

$$m = \frac{S_{rm} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}{1000 \cdot P}$$

con $\cos \varphi$ fattore di potenza e η rendimento del motore.

Quindi:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$\begin{aligned}
q &= 1.03 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} &= 0.02 \text{ s} \\
q &= 0.79 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} &= 0.05 \text{ s} \\
q &= 0.57 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} &= 0.10 \text{ s} \\
q &= 0.26 + 0.10 \cdot \ln m & t_{\min} &\geq 0.25 \text{ s}
\end{aligned}$$

Se $q > 1$ si pone $q = 1$.

Si divide Z_M per i coefficienti μ e q per ottenere l'impedenza equivalente vista al momento del guasto:

$$Z_{Mib} = \frac{Z_M}{\mu \cdot q}$$

Da cui, a seconda della tensione e della potenza del motore, si possono avere:

$X_M = 0.995 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.10 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza P_{rm} per coppie di poli ≥ 1 MW
$X_M = 0.989 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.15 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza P_{rm} per coppie di poli < 1 MW
$X_M = 0.922 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.42 \cdot X_M$	per motori a bassa tensione

Per le componenti alle sequenze si considerano le sole componenti dirette mentre quelle omopolari non vengono considerate, in quanto il contributo ai guasti lo danno solo i motori trifasi. Essi contribuiscono ai guasti trifasi e a quelli bifasi nelle utenze trifasi e bifasi.

$$\begin{aligned}
R_d &= R_M \\
X_d &= X_M
\end{aligned}$$

7.5.2 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Le condizioni di calcolo sono le seguenti:

- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} (CEI 11-25 tab.1);
- impedenza di guasto minima, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza a 80 °C, data dalle tabelle UNEL 35023-70, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (60 \cdot 0.004)} \right)$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

L'impedenza di guasto minima a fine utenza è ricavata dalla somma dei parametri diretti di cui sopra con quelli relativi all'utenza a monte.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$R_{0cavoNeutro} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro}$$

$$X_{0cavoNeutro} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cavoPE} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE}$$

$$X_{0cavoPE} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

dove le resistenze $R_{dcavoNeutro}$ e $R_{dcavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0sbarraNeutro} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro}$$

$$X_{0sbarraNeutro} = 3 \cdot X_{dsbarra}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0sbarraPE} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE}$$

$$X_{0sbarraPE} = 2 \cdot X_{anello_guasto}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

monte, espressi in mΩ:

$$\begin{aligned}
R_d &= R_{dcavo} + R_{dmonte} \\
X_d &= X_{dcavo} + X_{dmonte} \\
R_{0Neutro} &= R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro} \\
X_{0Neutro} &= X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro} \\
R_{0PE} &= R_{0cavoPE} + R_{0montePE} \\
X_{0PE} &= X_{0cavoPE} + X_{0montePE}
\end{aligned}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutro \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase $I_{k \max}$, fase neutro $I_{k1Neutro \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA:

$$\begin{aligned}
I_{k \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}} \\
I_{k1Neutro \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro \min}} \\
I_{k1PE \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}} \\
I_{k2 \max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}
\end{aligned}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max} ; I_{p1Neutro} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutro \max} ; I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max} ; I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

7.5.3 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11-25 par 2.5.

La tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione c_{\min} di cui alla tab. 1 della norma CEI 11-25.

Per la temperatura dei conduttori ci si riferisce al rapporto CENELEC R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario dal cavo. Essa viene indicata dalla norma CEI 64-8/4 par 434.3 nella quale sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

- isolamento in PVC Tmax = 70°C
- isolamento in G Tmax = 85°C
- isolamento in G5/G7 Tmax = 90°C
- isolamento serie L rivestito Tmax = 70°C
- isolamento serie L nudo Tmax = 105°C
- isolamento serie H rivestito Tmax = 70°C
- isolamento serie H nudo Tmax = 105°C

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d_{\max}} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0_{Neutro}} = R_{0_{Neutro}} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0_{PE}} = R_{0_{PE}} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, determinano le resistenze minime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k \min} = \frac{0,95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$
$$I_{k1 \text{Neutr} \min} = \frac{0,95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1 \text{Neutr} \max}}$$
$$I_{k1 \text{PE} \min} = \frac{0,95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1 \text{PE} \max}}$$
$$I_{k2 \min} = \frac{0,95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.6 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

7.6.1 Generalità

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

dove:

- I: corrente di corto circuito [A] espressa in valore efficace
- t: durata del corto circuito
- S: sezione del conduttore [mm²]
- K: coefficiente che dipende dal tipo di cavo e dall'isolamento (descritto nei paragrafi successivi)

Pertanto, l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- Le intersezioni sono due:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters \ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
- L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$.
- L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo.

7.6.2 Integrale di Joule

La verifica a corto circuito, come riportato nel paragrafo precedente, fa riferimento al calcolo dell'integrale di Joule:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 200
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 200
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7: K = 87

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 176
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 143
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 143
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 95
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 110
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 94

7.6.3 Massima lunghezza protetta

Il calcolo della massima lunghezza protetta è eseguito mediante il criterio proposto dalla norma CEI 64-8 al paragrafo 533.3, secondo cui la corrente di cortocircuito presunta è calcolata come:

$$I_{cico} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot \frac{L_{max\ prot}}{S_f}}$$

partendo da essa e nota la taratura magnetica della protezione è possibile calcolare la massima lunghezza del cavo protetta in base ad essa.

Pertanto:

$$L_{max\ prot} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot \frac{I_{cico}}{S_f}}$$

Dove:

- U: è la tensione concatenata per i neutro non distribuito e di fase per neutro distribuito;
- ρ : è la resistività a 20°C del conduttore;
- m: rapporto tra sezione del conduttore di fase e di neutro (se composti dello stesso materiale);

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Imag: taratura della magnetica.

Viene tenuto conto, inoltre, dei fattori di riduzione (per la reattanza):

- 0.9 per sezioni di 120 mm²;
- 0.85 per sezioni di 150 mm²;
- 0.8 per sezioni di 185 mm²;
- 0.75 per sezioni di 240 mm²;

Per ulteriori dettagli si veda norma CEI 64-8 par.533.3 sezione commenti.

7.7 Verifica contatti indiretti

La verifica della protezione contro i contatti indiretti è eseguita secondo i criteri descritti dalla Norma CEI 64-8 e di seguito riportati, relativamente ai diversi sistemi di distribuzione.

Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- Collegamento a terra di tutte le masse metalliche;
- Collegamento al collettore di terra dell'edificio dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le delle tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

7.7.1 Sistema di distribuzione TN

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema TN, deve essere garantita mediante una o più delle seguenti misure:

- Tempestivo intervento delle protezioni di massima corrente degli interruttori preposti alla protezione delle linee e, laddove ciò non risultasse possibile, tramite protezioni di tipo differenziale
- Utilizzo di componenti di classe II
- Realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento

Nel primo caso, affinché sia verificata la protezione contro i contatti indiretti, è necessario che in ogni punto dell'impianto sia rispettata la condizione:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_g}$$

dove:

- U_0 è la tensione di fase (stellata)
- Z_g è l'impedenza dell'anello di guasto
- I_a è la corrente di intervento entro i tempi previsti dalla Norma

I tempi di intervento (dipendenti dalla tensione nominale), sono indicati nella tabella seguente (rif. CEI 64-8/4 tab.41A):

U ₀ [V]	Tempi di interruzione [s]
120	0.8
230	0.4
400	0.2
>400	0.1

Tabella 7-14

I dati in tabella sono validi per circuiti terminali protetti da dispositivi con corrente nominale non superiore a 32 A.

Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 s sono ammessi negli altri casi.

Se il dispositivo di protezione è equipaggiato con una protezione differenziale, la corrente utilizzata per la verifica è la soglia di intervento nominale del dispositivo differenziale.

7.7.2 Sistema di distribuzione IT

Nel sistema IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Nel caso di un singolo guasto a terra la corrente è debole e non è necessario interrompere il circuito se è verificata la condizione relativa alla tensione limite di contatto (CEI 64-8, 413.1.5.2). Si devono tuttavia prendere precauzioni per evitare il rischio di effetti fisiologici dannosi su persone in contatto con le parti conduttrici simultaneamente accessibili nel caso di doppio guasto a terra.

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema IT, deve essere quindi garantita mediante le

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

seguenti misure:

- Installazione di dispositivi per il controllo dell'isolamento a funzionamento continuo che deve azionare un segnale sonoro e/o visivo nel caso di primo guasto a terra
- Utilizzo di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e dispositivi a corrente differenziale in caso di secondo guasto a terra

7.7.2.1 Caso del 1° guasto

La corrente di guasto di tipo capacitivo che si verifica nel caso di un primo guasto a terra assume un valore assai modesto. Questa corrente non è in grado di far intervenire i dispositivi di protezione a sovracorrente. Il circuito non si interrompe e viene così assicurata la continuità del servizio. Affinché la protezione si garantisca, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \times I_d \leq U_L$$

dove:

- R_E è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse
- I_d è la corrente del primo guasto tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico
- U_L è la tensione limite di contatto il cui valore è di 50V (ambienti normali) o 25V (ambienti speciali)

7.7.2.2 Caso del 2° guasto

Con il 2° guasto a terra, su un conduttore attivo differente, l'interruzione automatica del circuito è indispensabile.

Le condizioni che devono essere verificate sono le seguenti:

a. Quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione allo stesso impianto di messa terra si applicano le seguenti condizioni:

- se il conduttore di neutro non è distribuito
$$2I_a Z_s \leq U$$
- se il conduttore di neutro è distribuito
$$2I_a Z'_s \leq U_0$$

dove

- U_0 è la tensione tra il conduttore di linea e il conduttore di neutro
- U è la tensione tra i conduttori di linea

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Z_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprendente il conduttore di linea e il conduttore di protezione del circuito
 - Z'_S è l'impedenza dell'anello di guasto comprendente il conduttore di neutro e il conduttore di protezione del circuito
 - I_a è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati dalla norma (5 s, 0.4 s o 0.2 s analoghi per sistemi TN)
- b. Quando le masse siano messe a terra per gruppi o individualmente le condizioni per la protezione sono le stesse previste per i sistemi TT (CEI 64-8 art. 413.1.4, ad eccezione del terzo capoverso di 413.1.4.1).

Nel caso di utilizzo di dispositivo differenziale la I_d di non funzionamento deve essere almeno uguale alla corrente prevista per un eventuale 1° guasto a terra, onde non venir meno alle esigenze di continuità del servizio.

Relativamente a quanto previsto in caso di 2° guasto, se si utilizza per la protezione delle persone lo stesso dispositivo impiegato per la protezione contro le sovracorrenti, e nella fattispecie un dispositivo di tipo magnetotermico, è consigliabile utilizzare, per la verifica della relazione sopra riportata, la corrente di intervento della protezione magnetica I_m [A].

Al fine di verificare le condizioni di intervento del dispositivo contro le sovracorrenti si può, con buona approssimazione, utilizzare il metodo convenzionale per la determinazione della corrente di corto-circuito suggerito dalla norma. In questo modo, analogamente per il sistema TN è possibile determinare la lunghezza limite della conduttura utilizzata in funzione della corrente di intervento della protezione.

Si riportano di seguito le formule opportunamente adattate per il sistema IT:

- sistema senza neutro distribuito

$$L_{MAX} = k_x \cdot k_{par} \frac{0.8 \cdot U \cdot S_F}{2 \cdot 1.5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot k_m \cdot I_m}$$

- sistema con neutro distribuito

- a) circuito senza neutro

$$L_{MAX} = k_x \cdot k_{par} \frac{0.8 \cdot U_0 \cdot S_F}{2 \cdot 1.5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot k_m \cdot I_m}$$

- b) circuito con neutro

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$L_{MAX} = k_x \cdot k_{par} \frac{0.8 \cdot U_0 \cdot S_N}{2 \cdot 1.5 \cdot \rho \cdot (1 + m') \cdot k_m \cdot I_m}$$

dove:

- L_{MAX} è la massima lunghezza della condotta che permette l'intervento della protezione
- k_x è un fattore di riduzione che tiene conto della reattanza dei cavi di sezione maggiore di 95 mm² (0.90 per S=120 mm², 0.85 per S=150 mm²)
- k_{par} è un fattore correzione per più cavi in parallelo
- k_m è un fattore che tiene conto della tolleranza della soglia di intervento magnetico (1.2 per sganciatori magnetotermici, 1.15 per sganciatori elettronici)
- 1.5 è un fattore correttivo per considerare un aumento del 50% della resistenza del circuito in caso di guasto rispetto al valore a 20°C
- 0.8 è un fattore correttivo per considerare una riduzione all'80% della tensione di alimentazione per effetto della corrente di corto circuito, rispetto alla tensione nominale
- U è la tensione concatenata di alimentazione
- U_0 è la tensione di fase di alimentazione
- ρ è la resistività a 20°C del materiale dei conduttori
- S_F è la sezione del conduttore di fase
- S_N è la sezione del conduttore di neutro
- m è il rapporto tra la sezione del conduttore di fase e la sezione del conduttore di protezione (sezione complessiva in caso di più conduttori in parallelo)
- m' è il rapporto tra la sezione del conduttore di neutro e la sezione del conduttore di protezione
- I_m è la taratura della protezione contro i corto circuiti

7.8 Dimensionamento dei sistemi LFM di distribuzione a 400-230 V

I calcoli e le verifiche delle linee BT del sottosistema LFM a 400 - 230 V, in galleria e nei piazzali ferroviari, sono stati condotti con software dedicato AMPERE PROFESSIONAL® (versione 2009 - 7.3.5.), che tiene conto dei vincoli e dei procedimenti sopra indicati.

Il software si caratterizza per le seguenti funzioni principali:

- simulazione e dimensionamento reti BT
- dimensionamento cavi BT secondo norme CEI 64-8
- dimensionamento condotti sbarre

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- determinazione della potenza dissipata dalle reti
- equilibratura dei carichi monofase
- verifica linee e protezioni
- tarature e coordinamento delle protezioni
- verifica termica dei quadri elettrici

I report di calcolo delle linee BT per i circuiti LFM a 400 - 230 V sono riportati nell'**allegato 1**.

7.9 Dimensionamento dei sistemi LFM a 1000 V in galleria

I calcoli e le verifiche dei sistemi LFM di distribuzione a 1000 V in galleria sono stati condotti con software dedicato NEPLAN® (versione. 5.4.3).

Sono stati considerati i principali vincoli e procedimenti sopra indicati ad esclusione della verifica delle tensioni ai nodi e le cadute di tensione in linea, per la quale è stato utilizzato il calcolo di load flow.

I report di calcolo delle linee BT per i circuiti LFM a 1000 V sono riportati nell'**allegato 2**.

7.10 Valore della resistenza di messa a terra del centro stella dei trasformatori BT a servizio degli impianti nei bypass

I trasformatori previsti nei quadri di tratta, per l'alimentazione degli impianti di tratta e nei by-pass, sono previsti di tipo trifase Dyn11 con tensioni nominali 1000/400 V. Il centro stella del secondario di questi trasformatori sarà messo a terra con resistenza, per limitare lo squilibrio delle tensioni stellate secondarie.

Al fine di valutare il valore più adatto per la resistenza di messa a terra, sono state considerate le seguenti principali caratteristiche del sistema elettrico:

- sicurezza delle persone dal rischio di tensioni di contatto pericolose;
- continuità del servizio per primo guasto a terra.

Per la verifica della tensione di contatto si possono fare le considerazioni riportate in seguito.

L'impedenza di guasto fase-PE, in modo semplificato, è data dalla somma delle impedenze che compongono l'anello ed in particolare:

$$Z_g = Z_{CC_{TR}} + Z_F + Z_{PE} + R_N$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dove:

- $Z_{CC_{TR}}$ è l'impedenza di corto circuito del trasformatore bt/bt
- Z_F è l'impedenza del conduttore di fase nel tratto compreso tra il trasformatore bt/bt e il punto di guasto
- Z_{PE} è l'impedenza del conduttore di protezione nel tratto compreso tra il trasformatore bt/bt e il punto di guasto
- R_N è la resistenza di messa a terra del centro stella

Il valore della tensione di contatto si ricava dalla formula seguente, considerando che la sezione del PE è stata scelta pari a quella del conduttore di fase:

$$U_{CO} = \frac{U_o}{Z_g} \cdot Z_{PE}$$

Nella fattispecie:

- il modulo di $Z_{CC_{TR}}$ (riferito alla tensione secondaria), considerando un trasformatore Dyn11 con P_n 25 kVA e $v_{cc}\% = 4\%$, risulta 0.26 Ω ;
- il modulo di Z_F , considerando una dorsale in cavo multipolare (sezione 2.5 mm² e lunghezza massima di 125 m), risulta 1.27 Ω ;
- il modulo di Z_{PE} , considerando una sezione e lunghezza del PE pari al suddetto conduttore di fase, risulta 1.27 Ω ;

Considerando una R_N di 10 Ω/m ed U_o cautelativamente pari alla tensione stellata, il valore della U_{CO} risulta pari a circa 29 V. Questo ultimo valore di tensione a vuoto, in condizioni ordinarie, riportato nella curva di sicurezza U-t IEC 364, essendo inferiore a 50 V, consente la persistenza del guasto per un tempo indefinito (permettendo la continuità del servizio per primo guasto a terra), garantendo contemporaneamente la sicurezza delle persone dal rischio di tensioni di contatto pericolose. Il guasto sarà pertanto segnalato dal sistema di controllo dell'isolamento dei circuiti a 400-230 V.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

8 Dimensionamento rete MT

8.1 Protezione da sovraccarico

Per il calcolo della sezione dei conduttori delle linee si utilizzerà il seguente procedimento:

- determinazione della corrente di impiego I_b dei circuiti a partire dalle potenze assorbite da ciascuna utenza e tenendo conto dei relativi fattori di utilizzo e di contemporaneità.
- scelta della sezione del cavo in maniera tale che risulti:

$$I_b \leq I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego della linea;

I_z = portata della conduttura.

- determinazione della corrente di taratura della soglia di sovraccarico della protezione di massima corrente di media tensione a protezione della linea in cavo, inferiore alla I_z ;

Nella determinazione della portata I_z dei cavi in regime permanente si considerano gli opportuni coefficienti di riduzione relativi al cambiamento delle condizioni di riferimento nella posa, utilizzando la seguente espressione:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

dove con I_0 si indica la portata di conduttori unipolari interrati direttamente.

- k_1 = coefficiente che tiene conto della temperatura ambientale per posa interrata;
- k_2 = coefficiente che tiene conto della profondità di posa;
- k_3 = coefficiente che tiene conto delle condizioni di posa (più cavi o tubi affiancati).

La portata viene calcolata in base alla norma IEC 60287 per le seguenti condizioni:

- temperatura del terreno: 20°C - $K_1=1$;
- profondità di posa: >0,60 m (resistività termica del terreno: 1 K*m/W) - $K_2= 1$;
- una sola terna di cavi entro tubo interrato - $K_3 = 0,82$.

8.2 Verifica della caduta di tensione

La verifica della caduta di tensione viene basata su un calcolo di load flow. Tale verifica consente

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

di:

- valutare se la caduta di tensione eccede il limite fissato tra i dati di partenza in condizioni normali ed in condizioni di emergenza.

8.3 Tenuta termica al corto circuito massimo

Sulla base di un calcolo della corrente di corto circuito trifase massima (eseguito secondo la IEC 60909-2001) si determinano:

- la corrente massima di corto circuito che interessa il tratto di cavo;
- l'energia massima $K^2 S^2$ tollerabile dal cavo, determinando il tempo massimo "tmax" entro il quale la protezione deve intervenire per non superarla in corrispondenza alla massima corrente di corto circuito sopra calcolata.

dove:

- K = coefficiente di dispersione del calore, dipendente dal tipo di cavo (per cavi in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato, vale 143)
- S = sezione del conduttore in mm²
- I = corrente massima di guasto in A
- t = durata del guasto in s

8.4 Analisi e verifiche della rete MT

L'analisi e le verifiche della rete MT sono stati condotti con software dedicato NEPLAN® (versione. 5.4.3).

Con tale software sono possibili i seguenti studi:

- load-flow su reti simmetriche ed asimmetriche
- load-flow con profili di carico
- correnti di corto circuito (secondo IEC 60909)
- armoniche
- selettività e coordinamento delle protezioni di massima corrente
- coordinamento protezioni distanziometriche
- verifica portata cavi
- verifica TA
- affidabilità delle reti
- stabilità transitoria

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- transitori elettromagnetici
- ottimizzazione posizione batterie di rifasamento su reti MT

I report di calcolo e verifica delle reti MT in oggetto sono riportati nell'**allegato 3**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

9 Dimensionamento impianti di ventilazione e climatizzazione locali tecnici

La stima del fabbisogno di potenza per il raffreddamento estivo e il riscaldamento invernale dei locali tecnici è stata effettuata in funzione delle temperature limiti ammissibili all'interno dei locali stessi, considerando la tipologia dell'involucro edilizio, le condizioni esterne estive ed invernali, gli apporti di potenza da parte di apparecchiature ed ausiliari contenuti, l'eventuale presenza di persone ed altri dati desunti dalla letteratura esistente in materia.

Quando risulti necessario raffreddare l'ambiente, la potenza sarà smaltita tramite ventilazione naturale e/o meccanica (qualora la temperatura ambiente possa superare di qualche grado la temperatura esterna massima) ovvero sarà smaltita tramite condizionatore (nel caso la temperatura ambiente debba essere mantenuta più bassa).

Quando risulti necessario riscaldare l'ambiente, la potenza sarà invece erogata da una pompa di calore o termoconvettore elettrico.

I calcoli effettuati per il dimensionamento dei ventilatori e delle macchine di condizionamento dei locali tecnici sono riassunti nell'**allegato 4**, organizzato con schede suddivise per locale, di cui si fornisce una breve spiegazione.

Nella prima parte di ciascuna scheda, "Dati iniziali", sono indicati i parametri termo-igrometrici di riferimento utilizzati per il calcolo (parametri esterni della località di installazione e parametri interni che si vogliono garantire), nonché le caratteristiche geometriche del locale.

Nella parte successiva, viene riportato il calcolo della potenza termica massima da smaltire nel periodo estivo (agli apporti interni dovuti alle perdite per effetto joule delle apparecchiature elettriche e/o elettroniche installate, si sommano gli eventuali apporti estivi delle strutture).

In modo analogo viene calcolata la potenza termica massima da garantire nel periodo invernale affinché la temperatura dell'ambiente non scenda sotto il valore prefissato (in questo caso, gli apporti interni devono essere sottratti alla potenza termica richiesta).

Infine, si riporta il calcolo della portata di ventilazione necessaria per garantire le prestazioni sopra indicate e i dati del relativo impianto ovvero le caratteristiche del sistema di condizionamento / riscaldamento.

9.1 Ventilazione e caratteristiche del locale batterie

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Nei locali in cui sono presenti delle batterie sussiste il pericolo di esplosione dovuto all'emissione nell'ambiente di idrogeno, che si sprigiona a seguito dell'elettrolisi dell'acqua.

Vanno pertanto previste opportune aperture per la ventilazione, in modo da diluirne la concentrazione nei locali stessi.

Di seguito si descrivono le verifiche in accordo alla Norma EN 50272, in relazione a:

- portata d'aria di ventilazione necessaria in un locale
- superficie delle aperture di ventilazione che garantiscono la portata d'aria necessaria

La portata d'aria Q necessaria per questo scopo può essere calcolata con la seguente formula:

$$Q = 0.05 \cdot n \cdot I_{gas} \cdot C_{rt} / 1000 \quad [m^3 / h]$$

dove:

- 0.05 = coefficiente che tiene conto dell'usuale quantità di idrogeno prodotta nel processo di elettrolisi (0.42 l/h per ogni Ah), la necessaria percentuale di diluizione (<30%) e un coefficiente di sicurezza pari a 5;
- n = numero di elementi;
- I_{gas} = corrente che produce gas [mA/Ah];
- C_{rt} = capacità nominale della batteria [Ah].

L'area necessaria per le aperture di ventilazione è quindi:

$$S = \frac{Q}{v} \quad [m^2]$$

dove:

- Q = flusso d'aria [m³/s]
- v = velocità dell'aria per ventilazione naturale [m/s] = 0.1 m/s

Nelle immediate vicinanze di una batteria in carica, la norma EN 50272 prevede l'esistenza di una zona pericolosa che deve essere classificata secondo quanto previsto dalla Norma EN 60079-10, come zona 1.

Si definisce la distanza d, variabile con le caratteristiche delle batterie e rappresentativa di un'area attorno alle sorgenti presenti, che è calcolata con la formula seguente:

$$d = 28.8 \cdot \sqrt[3]{I_{gas}} \cdot \sqrt[3]{C_{rt}} \quad [m]$$

per batterie monoblocco con N celle per monoblocco, la distanza va moltiplicata per il coefficiente $\sqrt[3]{N}$.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10 Dimensionamento impianti di terra di cabina MT/bt

La presente sezione intende evidenziare, relativamente agli impianti di terra nella cabina:

- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento;
- i criteri di dimensionamento, tenendo conto dei vincoli impiantistici e della normativa vigente;
- i dati di input;
- le verifiche di calcolo necessarie.

Nel seguito si considerano sia la parte in MT sia la parte in BT collegate ad un unico impianto di terra (sistema TN).

I dati di progetto ed i risultati delle verifiche di impianto, ottenute con software dedicato o tramite fogli di calcolo, sono riportati nell'**allegato 5**.

Nel seguito si riportano alcune considerazioni aventi lo scopo di inquadrare il problema degli impianti di terra e di semplificare la comprensione di quanto evidenziato nell'allegato sopra menzionato.

10.1 Leggi e norme di riferimento

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del presente progetto:

- CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata", 1999-01, Ediz. IX;
- Guida CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria", 2003-07, Ediz. II;
- CEI 9-6/1 EN 50122 – 1 1998 Applicazioni ferroviarie, tramviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra
- IS 728: 1999 Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra degli impianti di categoria 0 (zero) e I (prima) su: linee di trazione elettrica a corrente continua a 3000 V e linee ferroviarie non elettrificate

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.2 Definizioni

Saranno utilizzati i seguenti termini:

Dispensore (o impianto di terra primario): insieme di conduttori in contatto elettrico con il terreno o annegati nel calcestruzzo.

Impianto di terra interno (o impianto di terra secondario):

Insieme di conduttori comprendente:

- conduttori di terra: conduttori che collegano parti dell'impianto (neutri dei sistemi elettrici, masse di apparecchiature e collettori di terra) direttamente al dispersore o che collegano tra loro due dispersori;
- conduttori di protezione: conduttori che collegano masse di apparecchiature ad un collettore di terra;
- collettori di terra: punti ai quali fanno capo i diversi conduttori di protezione di una parte dell'impianto. Ogni collettore di terra è collegato al dispersore con uno o più conduttori di terra;
- conduttori equipotenziali: conduttori che collegano le masse metalliche ai collettori di terra o direttamente al dispersore.

Altri termini utilizzati saranno in accordo con le normative.

10.3 Dispersore

L'impianto è da considerarsi correttamente dimensionato se in caso di guasto, lato MT, si verificano una delle due seguenti condizioni:

- a) La tensione totale di terra UE risulta inferiore al limite ammesso per le tensioni di contatto U_{tp}
- b) La condizione precedente non è verificata ma le tensioni di contatto U_T e di passo U_S risultano inferiori ai rispettivi limiti ammessi U_{tp} e $U_{sp} = 3 U_{tp}$

Nel caso specifici delle gallerie ferroviarie è opportuno che l'impianto di terra sia dimensionato in modo da soddisfare la condizione A) poiché i conduttori di protezione in galleria, connessi all'impianto di terra della cabina e colleganti le utenze del sistema LFM, sono isolati da terra e pertanto possono "portare" tensioni pericolose, in caso di guasto, a notevoli distanze.

Inoltre, lo stesso dispersore deve avere caratteristiche tali da resistere a:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- sollecitazioni meccaniche e a corrosione;
- sollecitazioni termiche, dovute alla corrente di guasto a terra.

Le Norma CEI 11-1 raccomanda le dimensioni minime riportate nella tabella seguente, affinché il dispersore abbia un'adeguata resistenza meccanica ed alla corrosione. Queste dimensioni risultano generalmente sufficienti, anche ai fini delle sollecitazioni termiche.

Materiale		Tipo di dispersore	Dimensione minima				
			Corpo			Rivestimento/guaina	
			Diametro [mm]	Sezione trasversale [mm ²]	Spessore [mm]	Valori singoli [μm]	Valori medi [μm]
Acciaio	zincato a caldo	Piattina ⁽²⁾		90	3	63	70
		Profilato (inclusi i piatti)		90 (250)	3 (5)	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16 (20)			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	con guaina di piombo ⁽¹⁾	Tondo per dispersore orizzontale	8			1000	
	con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2000 (500)	
	con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14.2 (15)			90	100
Rame	nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ⁽³⁾			
		Corda	1,8 ^(*)	25			
		Tubo	20		2		
	stagnato	Corda	1,8 ^(*)	25		1	5
	zincato	Piattina		50	2	20	40
	con guaina di piombo ⁽¹⁾	Corda	1,8 ^(*)	25		1000	
		Filo tondo		25		1000	

(*) per cavetti singoli

(1) non idoneo per posa diretta in calcestruzzo

(2) piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati

(3) in condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm².

Nota I valori riportati tra parentesi sono comunemente utilizzati in Italia.

Tabella 10-1 - Dimensioni minime degli elementi del dispersore (rif. Allegato A CEI 11-1)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Il progetto per le diverse cabine MT/BT prevede un dispersore costituito da una corda di rame da 35 mm², posto lungo il perimetro esterno della cabina stessa, con ai vertici picchetti tondi o a croce di lunghezza 2 m (Fig. 1).

Inoltre, se la pianta rettangolare della cabina presenta due lati significativamente più lunghi rispetto ai due lati corti, si prevedono ulteriori due picchetti in corrispondenza della mezzeria di ciascun lato lungo.

Si prevedo inoltre dispersori, costituiti da una corda di rame da 35 mm², disposti in alcuni scavi (per circa 100 m) per le tubazioni degli impianti LFM, a congrua distanza dai sistemi di terra per le linee TE.

La profondità di posa dell'anello non dovrà essere inferiore a 0,5 m.

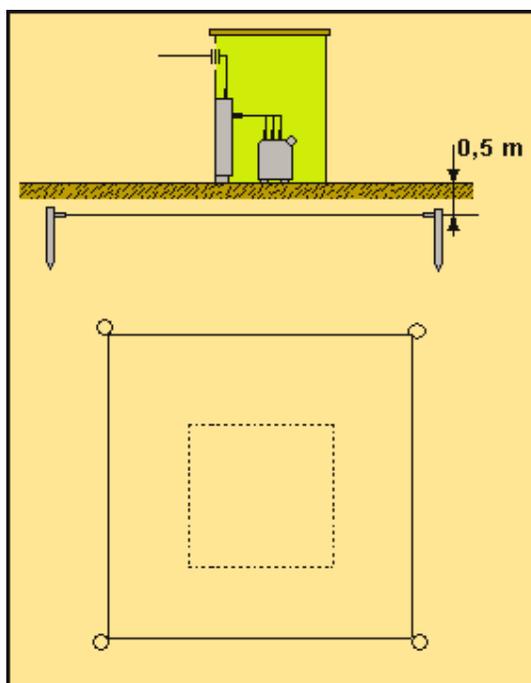


Figura 1 – Tipico impianto di terra con dispersore ad anello con quattro picchetti agli angoli

La procedura di verifica è composta dalle seguenti fasi:

- calcolo della resistenza di terra e quindi della tensione totale di terra: se la tensione totale di terra risulta inferiore ai limiti per le tensioni di contatto e di passo ammessi dalle norme, l'impianto di terra primario si può considerare correttamente dimensionato. Diversamente si

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

deve procedere con le ulteriori verifiche di cui al punto seguente;

- calcolo delle tensioni di contatto e di passo e loro confronto con i limiti ammessi dalle norme: se queste sono inferiori ai limiti ammessi, l'impianto di terra primario si può considerare correttamente dimensionato. Diversamente si deve provvedere con interventi di modifica del dispersore e a nuova verifica oppure adottare altri accorgimenti come, ad esempio, ricoprire alcune aree con strati di asfalto o ghiaia.

I dati utilizzati per la verifica sono i seguenti:

- dati elettrici: corrente di guasto monofase a terra (IE) e tempo intervento delle protezioni (tf);
- dati fisici: caratteristiche del mezzo disperdente (terreno);
- dati geometrici: geometria del dispersore (ovvero la geometria da verificare);
- limiti ammessi dalle norme: massime tensioni di contatto e di passo (Utp, Usp) in funzione del tempo di intervento delle protezioni (tf).

Per la modellizzazione del mezzo disperdente ed il dimensionamento geometrico del dispersore è stato utilizzato il software GSA® (Grounding System Analysis), versione 3.2.0.4, sviluppato da SINT Ingegneria Srl.

Tale codice di calcolo è basato su un metodo di simulazione che considera sorgenti equivalenti ed il principio delle immagini elettriche ed opera su un modello matematico delle condizioni fisiche al contorno.

Il software è stato validato per confronto con misure in diversi casi pratici o esempi di calcolo disponibili in letteratura.

10.4 Impianto di terra interno

All'interno della cabina, tutte le parti metalliche accessibili delle macchine, delle apparecchiature e della struttura, suscettibili di entrare in contatto con elementi in tensione in seguito a guasti o di introdurre il potenziale di terra, devono essere collegate al dispersore o al collettore di terra, normalmente per mezzo di conduttori di terra. A queste connessioni realizzate ai fini della sicurezza, si aggiungono i collegamenti di tipo funzionale quale, ad esempio, la messa a terra del neutro sul lato BT dei trasformatori.

Il nodo di terra (collettore) può essere sostituito da un anello equipotenziale montato sulle pareti interne di cabina, con la funzione di agevolare il collegamento a terra delle apparecchiature.

La figura seguente rappresenta alcuni esempi tipici di collegamenti al collettore.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

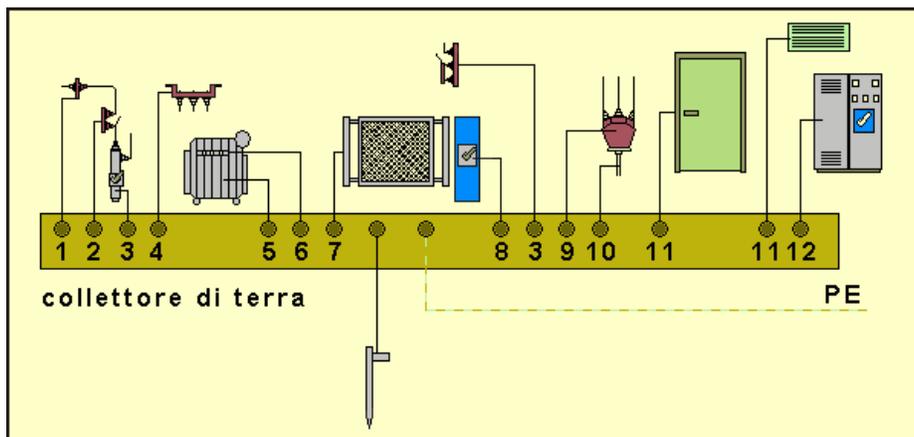


Figura 2 – Esempi di collegamenti a terra in cabina

- 1) Cornici, telai e flange degli isolatori passanti
- 2) Intelaiature e supporti di ogni tipo di isolatore
- 3) Intelaiature dei sezionatori, dei portafusibili e degli interruttori
- 4) Involucri e supporti metallici dell'interruttore automatico MT e di ogni altro apparecchio di controllo e misura
- 5) La massa del trasformatore (da dimensionare in funzione della corrente di guasto sul lato BT)
- 6) Il morsetto del neutro del lato BT del trasformatore (da dimensionare in funzione della corrente di guasto sul lato BT)
- 7) I ripari metallici e le relative incastellature
- 8) Gli organi di comando manuale di interruttori e sezionatori
- 9) Le muffole metalliche
- 10) L'armatura metallica dei cavi MT
- 11) Le intelaiature metalliche di porte, finestre e griglie di aerazione
- 12) Gli armadi metallici delle cabine prefabbricate o altri involucri contenenti apparecchiature MT o BT (per gli armadi contenenti apparecchiature in BT dimensionare in funzione della corrente di guasto in BT)

Con riferimento alla figura seguente e alle definizioni di cui al par.3 (conduttori di terra, conduttori di protezione e conduttori equipotenziali), i conduttori principali, oggetto di dimensionamento, sono i seguenti:

- CT1: conduttore di collegamento della carcassa del trasformatore MT/BT al nodo di terra;
- CT2: conduttore di collegamento del nodo di terra al dispersore;
- PE1: conduttore di collegamento a terra del centro stella del trasformatore MT/BT;
- PE2: conduttore di collegamento della carpenteria del quadro generale di bassa tensione al nodo di terra.

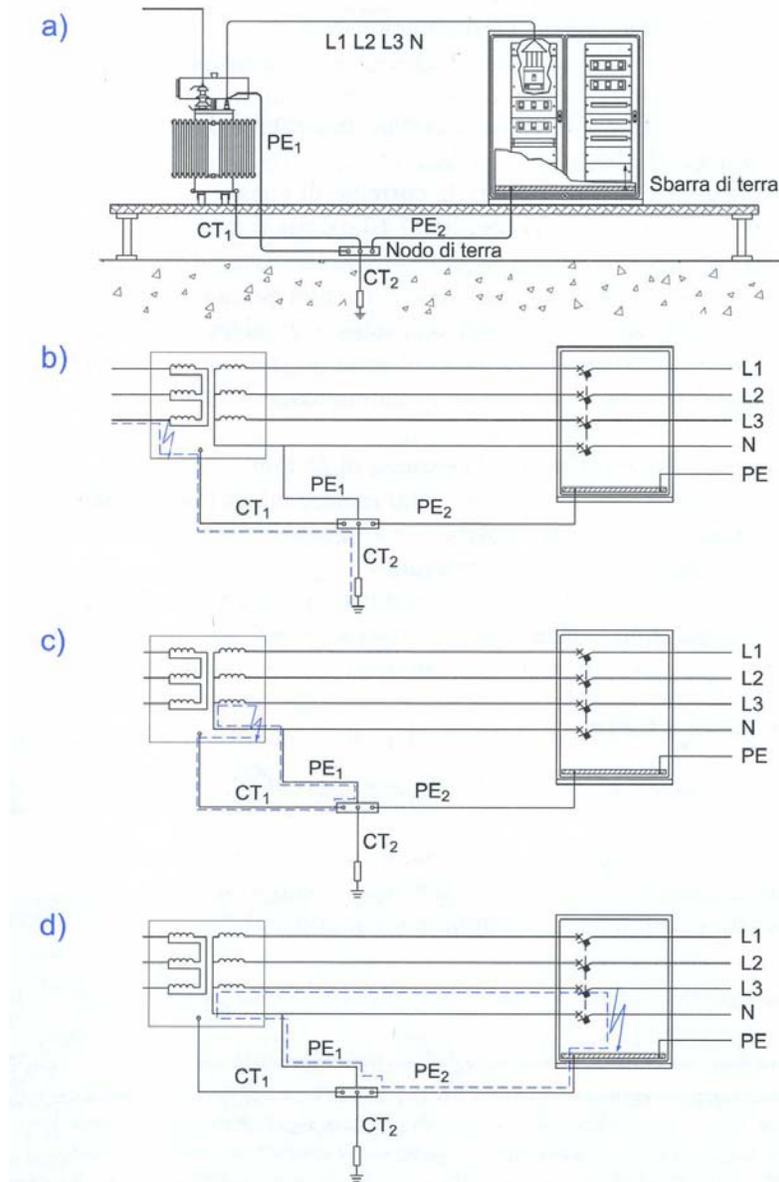


Figura 3 - Collegamenti a terra in cabina

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La verifica termica prevede che la sezione del conduttore sia superiore a quella calcolata con la formula seguente (formula dell'integrale di Joule):

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}} \quad (\text{IEC 60724:1984 Equazione F1})$$

dove:

- A: è la sezione minima del conduttore (mm²)
- I: è il valore efficace della corrente di guasto che fluisce nel conduttore (A)
- t: è la durata della corrente di guasto (s)
- K: è una costante dello specifico materiale conduttore usato (As^{1/2}/ mm²)
- β: è una costante dello specifico materiale conduttore usato (°C)
- θ_i: è la temperatura ambiente o iniziale del conduttore (°C)
- θ_f: è la massima temperatura ammessa per il conduttore (°C)

Per le costanti dei materiali si può fare riferimento ai seguenti valori indicati nelle norme:

- rame: K = 226 (As^{1/2}/ mm²), β = 234,5 (°C)
- acciaio: K = 78 (As^{1/2}/ mm²), β = 202 (°C)

Per la temperatura massima si considerano i seguenti valori:

- conduttori interrati: θ_f = 300 (°C)
- conduttori nudi fuori terra in condizioni ordinarie: θ_f = 200 (°C)
- conduttori nudi fuori terra in locali con pericolo di incendio: θ_f = 150 (°C)
- conduttori nudi fuori terra in locali con pericolo di esplosione: θ_f dipende dalla temperatura di accensione
- conduttori isolati in PVC: θ_f = 160 (°C)
- conduttori isolati in EPR/XLPE: θ_f = 250 (°C)

La formula precedente può essere così semplificata: $A = \frac{I}{Kt} \sqrt{t}$, in cui Kt è calcolato con riferimento al tipo di materiale e alle temperature iniziali e finali del conduttore.

A seconda delle tipologie di guasto che interessano i diversi tipi di conduttori, i parametri I e t assumono i valori nel seguito descritti e illustrati in figura:

- CT1 e CT2 sono interessati dalla corrente di guasto a terra in media tensione (fig. 3b): I corrisponde al valore massimo riscontrabile (generalmente doppio guasto a terra su rete a

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- neutro compensato), mentre t corrisponde al tempo di intervento della protezione MT;
- CT1 e PE1 sono interessati da un guasto sull'avvolgimento BT del trasformatore (fig. 3c): I è la corrente di guasto fase-terra lato BT, mentre t è il tempo di intervento della protezione MT in corrispondenza della corrente di guasto rilevata sul lato MT;
 - PE1 e PE2 sono interessati da un guasto a valle del quadro generale di bassa tensione (fig. 3d): I è la massima corrente di guasto fase terra a valle del quadro, mentre t è il tempo di intervento per corto circuito della protezione generale.

Ciascun conduttore deve essere verificato nella condizione più gravosa.

Il conduttore di collegamento a terra degli schermi dei cavi MT può essere dimensionato sulla base della sezione degli schermi stessi.

Tuttavia si assume, prudenzialmente, una sezione pari a 25 mm^2 .

Il conduttore PE1, può anche essere scelto sulla base della regola convenzionale indicata dalla CEI 64-8, che prevede una sezione pari alla metà della sezione del conduttore di fase (se di sezione maggiore a 35 mm^2). Tuttavia, specialmente quando le potenze (e quindi le sezioni) in gioco sono elevate, è preferibile ricorrere al dimensionamento in base all'integrale di Joule.

Si ricorda infine che per i conduttori di terra la sezione minima non deve comunque essere mai inferiore a 16 mm^2 se in rame, a 35 mm^2 se in alluminio e a 50 mm^2 se in acciaio.

Per i collegamenti equipotenziali, la Norma CEI 11-1 prevede le medesime sezioni minime.

10.5 Considerazioni aggiuntive

La resistività del terreno può assumere nel tempo valori anche molto diversi essendo questa fortemente influenzata dall'umidità e dalla temperatura.

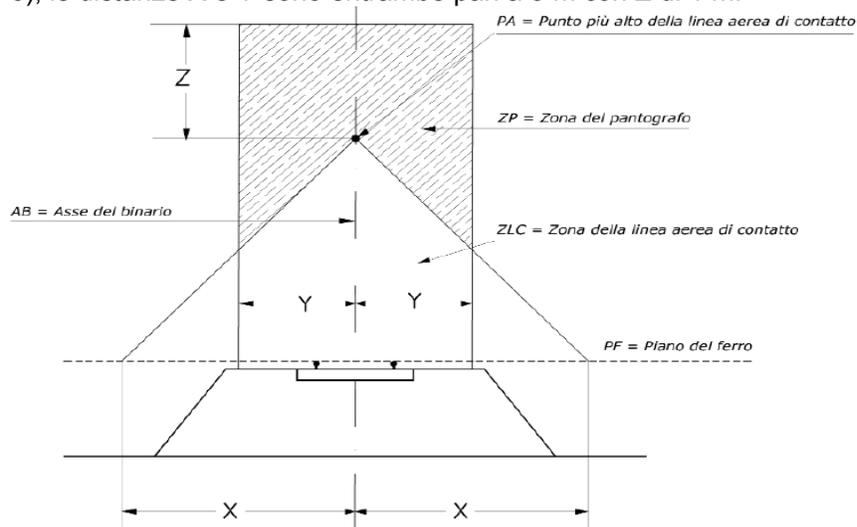
Inoltre la resistività è solitamente una caratteristica tutt'altro che omogenea e varia da punto a punto sulla superficie ed in profondità.

Di conseguenza le ipotesi di progetto adottate ed i calcoli eseguiti nel presente progetto dovranno essere verificati in corso d'opera mediante misure di resistenza di terra e, qualora necessario, di tensioni di contatto e di passo.

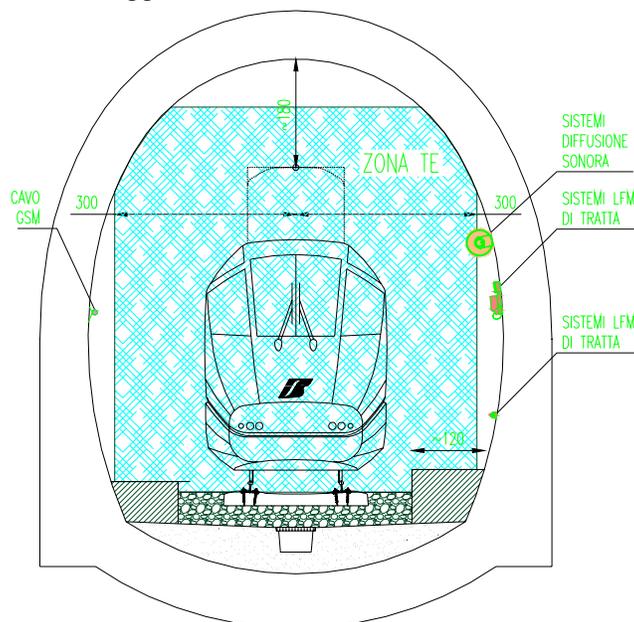
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

10.6 Posizionamento al di fuori delle zona di rispetto TE

Gli impianti LFM in galleria risultano sufficientemente distanziati dalla Lac (linea aerea di contatto), per essere considerati al di fuori della zona di rispetto TE, come definito nella specifica RFI IS 728 nell'appendice A. Nel caso in oggetto, con riferimento alla figura seguente (Art. 3.3.8 ed allegati I.1 di norma CEI 9-6), le distanze X e Y sono entrambe pari a 3 m con Z di 1 m:



Tale distanziamento risulta evidente nella seguente figura relativa ad una sezione trasversale tipica delle gallerie ferroviarie in oggetto:



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11 Dimensionamento impianti di illuminazione

11.1 Impianti di illuminazione in galleria

Gli impianti di illuminazione in galleria previsti sono di seguito descritti:

- Illuminazione di emergenza delle vie di esodo (costituite dai marciapiedi): verrà ottenuta tramite apparecchi illuminanti per lampade compatte da 18W, con distribuzione fotometrica bilaterale verso il basso, Classe di isolamento II, grado di protezione IP 66, conformi alla STF TE 161 ed. 2004
- Illuminazione di riferimento a servizio dei nicchioni e dei by-pass: sarà ottenuta con apparecchi con identiche caratteristiche degli apparecchi di emergenza descritti al punto precedente.
- Illuminazione generale a servizio dei by-pass e dei nicchioni: verrà realizzata con apparecchi in inox aventi grado di protezione IP65, equipaggiati con lampade fluorescenti lineari da 36W e reattore elettronico.

11.1.1 Illuminazione di emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza delle vie di esodo dovrà garantire un valore d'illuminamento non inferiore a 5 lx, ad 1 metro dal piano di calpestio, lungo il marciapiede d'esodo, secondo l'Art 1.3.4 del D.M. 28/10/2005 e non deve essere di inferiore ad 1 lux a livello del marciapiede, secondo l'Art 4.2.2.8 della Decisione Commissione Europea del 20/12/2008 2008/163/CE.

Inoltre la specifica RFI STF TE 161 ed. 2002 richiede le seguenti ulteriori prestazioni:

- il valore d'illuminamento nel punto intermedio tra i corpi illuminanti non deve essere inferiore a 1,5 lx, calcolato senza considerare l'apporto delle riflessioni delle superfici della galleria e con impianto nuovo;
- il rapporto tra illuminamento minimo/medio sul piano di calpestio deve essere ≥ 0.25 .

I corpi illuminanti per i marciapiedi delle vie di esodo saranno ubicati sul piedritto della galleria ad una altezza di circa 2,5 m dal piano di calpestio con un interasse uguale o inferiore a 12.5 m, vista

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

la considerevole dimensione del marciapiede e la presenza di ostacoli sporgenti (nicchie di ricovero personale) con passo 25 m.

11.1.2 Illuminazione nei by pass e pozzi

L'impianto di illuminazione nei by pass (considerati vie di esodo) dovrà garantire un valore d'illuminamento medio a nuovo non inferiore a 50 lx, sul piano di camminamento, con uniformità U_0 (min/med) > 0,30.

L'impianto di illuminazione nei pozzi dovrà garantire un valore d'illuminamento medio a nuovo non inferiore a 50 lx, sui piani, con uniformità U_0 (min/med) > 0,30.

11.1.3 Calcoli illuminotecnici

I calcoli illuminotecnici per gli impianti di illuminazione di evacuazione in galleria, dell'illuminazione generale dei by-pass e dei pozzi, eseguiti tenendo conto dei vari vincoli e dati di progetto precisati nei paragrafi precedenti, sono stati condotti con specifico software di progettazione illuminotecnica DIALUX (DIAL GmbH – versione 4.8).

Il software si caratterizza per le seguenti funzioni principali:

- simulazione tridimensionale di locali, zone esterne e strade
- calcolo con il sistema in Radiosity.
- verifica illuminazione nei luoghi di lavoro secondo la norma EN12464-1 o CIE 97
- verifica illuminazione di postazioni di lavoro all'aperto secondo la norma EN12464-2 e CIE-ISO-CEN 8995-2
- verifica illuminazione stradale secondo la norma EN13201
- progettazione dell'illuminazione stradale secondo DIN 5044

I risultati dei calcoli, ottenuti con tali software, sono riassunti nella relazione di calcolo "Calcoli illuminotecnici in galleria" che si riportano nell'**allegato 6**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

11.2 Impianti di illuminazione in aree esterne

Per ciascuna zona di imbocco e piazzale, sono stati previsti degli impianti di illuminazione esterna in ottemperanza alle specifiche TE 651, LF 680:1985 ed IFS 600: 2008 nonché alla norma UNI EN 12464-2.

Nella fattispecie i piazzali trattati sono i seguenti:

- Piazzale di emergenza di galleria Bolano verso Opera di Attraversamento

Ciascun impianto di illuminazione esterna è così composto:

- apparecchi equipaggiati con lampada al Sodio Alta Pressione, montati su palo in acciaio zincato, altezza fuori terra 8 m, per l'illuminazione dei percorsi di accesso con automezzi ai piazzali esterni;
- apparecchi con lampada al Sodio Alta Pressione, montati su palo in vetroresina, altezza fuori terra 5 m, per l'illuminazione dei tratti su marciapiede esterno di evacuazione.
- proiettori asimmetrici con lampade al Sodio ad Alta Pressione da 400 W, secondo specifica RFI LF 663 montati su corona mobile di torri faro omologate RFI secondo specifiche RFI LF 690: 1987 e/o RFI_IFS_600_A: 2008 di altezza fuori terra pari a 18 e/o 25 m;
- apparecchi equipaggiati con lampada fluorescente lineare, montati a parete, per l'illuminazione delle scalinate esterne e dei sottopassi pedonali;
- apparecchi equipaggiati con lampada fluorescente lineare e/o SAP, installati su pali in vetroresina (zone esterne) e/o sul rivestimento delle gallerie, per l'illuminazione punte di scambio.

11.2.1 Aree di piazzale

Le aree di piazzale verranno illuminate secondo le prestazioni minime richieste dalla specifica RFI LF 680:1985 e dalla normativa UNI EN 12464-2: 2008 "Illuminazione degli ambienti di lavoro - esterni". In particolare, considerando le condizioni più restrittive delle predette normative (ovvero con riferimento al prospetto 5.12 della UNI EN 12464-2 – Ferrovie e tramvie) saranno garantite le seguenti prestazioni illuminotecniche:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tipo di zona			
Grandezza	Piazzali: piattaforme aperte	Marciapiedi	Scalinate
Em (illuminamento medio) [lx]	20	20	50
U0 (Emin/Emed),	0.4	0.4	0.4
GR _l (indice abbagliamento)	50	50	45
Ra (indice resa cromatica)	20	20	40

Tabella 11-1

Sempre nell'ambito dell'illuminazione esterna, i manufatti di cabina, durante le ore notturne, saranno illuminati grazie ad apparecchi installati sulle pareti dei manufatti stessi e comandati da crepuscolare.

11.2.2 Punte di scambio

L'area in oggetto verrà illuminata con le prestazioni minime richieste dalla normativa UNI EN 12464-2: 2008 "Illuminazione degli ambienti di lavoro - esterni". In particolare saranno garantite le seguenti prestazioni illuminotecniche:

- Em (illuminamento medio) = 20 lx;
- U0 (Emin/Emed) = 0.4;
- Ra (indice resa cromatica) = 20;

11.2.3 Calcoli illuminotecnici

I calcoli illuminotecnici per le aree di piazzale ed i marciapiedi, eseguiti tenendo conto dei vari vincoli e dati di progetto precisati nei paragrafi precedenti, sono stati condotti con specifico software di progettazione illuminotecnica LITESTAR (OxyTech Srl – versione 10).

Il software si caratterizza per le seguenti funzioni principali:

- simulazione tridimensionale e volumi irregolari a superficie non piane; strade e tunnel rettilinei o in curva; aree esterne e sportive regolari o irregolari.
- calcolo degli illuminamenti orizzontali punto - punto su ogni superficie dell'ambiente
- calcolo delle luminanze su ogni superficie dell'ambiente con riflettanze diffuse (lambertiane) o secondo le tabelle R- e C- (tabelle dei fattori ridotti di riflessione dei manti stradali) per le strade

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- calcolo dei parametri di abbagliamento G, TI e Lv per impianti stradali e GR per installazioni in aree
- calcolo illuminamenti cilindrici, semicilindrici, verticali nelle 4 direzioni principali all'altezza del piano di lavoro, in direzione di telecamere TV sia secondo Raccomandazione CIE 83 su piani verticali in direzione delle stesse che su piani inclinati
- valutazione inquinamento luminoso (secondo UNI 10819)
- normative considerate: Strade - Norma UNI EN 13201, Raccomandazioni CIE 30.2 e CIE 140, Norma Italiana UNI 11248; Gallerie - Raccomandazione CIE 88 e Norma UNI 11095; Aree Esterne e Sportive - Norma EN 12.023, Raccomandazione CIE 83 e Norma UNI 9316

I calcoli illuminotecnici per le punte di scambio in galleria e per le scalinate, eseguiti tenendo conto dei vari vincoli e dati di progetto precisati nei paragrafi precedenti, sono stati condotti con specifico software di progettazione illuminotecnica DIALUX (DIAL GmbH – versione 4.8).

Il software si caratterizza per le seguenti funzioni principali:

- simulazione tridimensionale di locali, zone esterne e strade
- calcolo con il sistema in Radiosity.
- verifica illuminazione nei luoghi di lavoro secondo la norma EN12464-1 o CIE 97
- verifica illuminazione di postazioni di lavoro all'aperto secondo la norma EN12464-2 e CIE-ISO-CEN 8995-2
- verifica illuminazione stradale secondo la norma EN13201
- progettazione dell'illuminazione stradale secondo DIN 5044

I risultati dei calcoli sono riportati nell'**allegato 7**. Essi fanno riferimento a specifici apparecchi illuminanti presenti in commercio al solo fine di verifica del presente progetto, dovendo necessariamente selezionare un'ottica per la loro esecuzione.

Sarà onere dell'impresa esecutrice produrre i calcoli di verifica condotti con i dati fotometrici dello specifico corpo illuminante da essa prescelto, qualora diverso da quello assunto nel presente progetto.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM	<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

12 Calcolo punti controllati sistema di supervisione

Il calcolo dei punti controllati dal sistema di supervisione è stato eseguito individuando dapprima le “unità tipiche” soggette al controllo, attribuendo a ciascuna di esse il numero di punti da gestire e valutando infine il numero di “unità tipiche” presenti nello specifico impianto di cui si sta trattando.

Tali punti possono essere di diversa tipologia, più precisamente:

- Ingressi digitali (DI)
- Uscite digitali (DO)
- Ingressi analogici (AI)
- Uscite analogiche (AO)
- Linee di comunicazione RS232-RS485
- Linee di comunicazione Ethernet

I risultati di tali valutazioni sono riportati in forma tabellare nell'**allegato 8**.

Resta inteso che nel dimensionare i quadri PLC dedicati alla gestione segnali I/O sopra elencati si è tenuto conto di una disponibilità di riserva pari almeno al 20%.

13 Verifica della necessità di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Il calcolo della verifica di necessità dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, per gli edifici “locale tecnico - cabina MT/bt”, previsti nei piazzali a servizio della galleria ferroviaria in oggetto, è stato effettuato con specifico software “ZEUS Plus” prodotto da TNE (Tuttonormel) applicando le norme CEI EN 62305, CEI 81-10, CEI 81-3.

I calcoli effettuati sono riassunti nell'**allegato 9** al quale si rinvia.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI LFM		<i>Codice documento</i> CF0183_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

14 Allegati

Gli allegati sono organizzati nei seguenti documenti:

- Allegato 1: Calcoli linee BT 400-230 V
- Allegato 2: Calcoli linee BT 1000 V
- Allegato 3: Dimensionamento rete di media tensione (MT)
- Allegato 4: Dimensionamento ventilazione e condizionamento locali tecnici
- Allegato 5: Dimensionamento e verifica dell'impianto di terra
- Allegato 6: Calcoli illuminotecnici in galleria
- Allegato 7: Calcoli illuminotecnici in esterno
- Allegato 8: Calcolo elenco punti controllati sistema di supervisione
- Allegato 9: Verifica sulla necessità dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche

Allegato 1

Calcoli linee BT

Nel presente documento, per l'opera in oggetto, sono riportati i risultati di calcolo relativi ai seguenti quadri elettrici di bassa tensione:

- Q_BT
- QdT_N
- QdT_B
- QdB
- Q_AI
- Q_SI

Per le diverse utenze derivate dai suddetti quadri elettrici, sono riportati i seguenti dati:

- caratteristiche elettriche dell'utenza (P, I, V, $\cos \varphi$, etc.);
- caratteristiche delle condutture elettriche di alimentazione.

Inoltre, per ogni utenza, sono riportati i risultati delle principali verifiche elettriche (cadute di tensione, sovraccarico, corto circuito, coordinamento con dispositivi di protezione, etc.).

Per le condutture derivate dai QdP e QBI delle opere in oggetto, le verifiche dimensionali sono riportate nell' Allegato 2: Calcoli linee BT 1000 V

QUADRO Q_BT/PB

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	On [kVAR]	Orif [kVAR]	Cos Ø	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
+ CABINA MT/BT.Q_MT/PB/1													
Cavo BT 1	147,425	1	147,425	1	83,868	n.d.	0,869	400	TN-S	3	249,6	295,5	490
Cavo BT 2	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	400	TN-S	3	0	0,5	490
BT-AI	33	1	33	1	24,75	n.d.	0,8	400	TN-S	3	59,5	137,9	160,8
+ CABINA MT/BT.Q_BT/PB													
OBT-IGEN1	114,425	1	114,425	1	59,117	n.d.	0,888	400	TN-S	3	190,6	295,5	490
OBT-IGEN2	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	400	TN-S	3	0	300	784
BT-N/1a	0	1	0	1	-18,75	n.d.	0	400	TN-S	3	27,1	63	81
BT-N/2a	11,78	1	11,78	1	8,835	n.d.	0,8	400	TN-S	3	21,3	63	101,4
BT-N/3a	8	1	8	1	6	n.d.	0,8	400	TN-S	3	14,4	25	33,2
BT-N/4a	0,25	1	0,25	1	0,121	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	1,2	10	18
BT-N/5a	0,4	1	0,4	1	0,3	n.d.	0,8	400	TN-S	3	0,7	16	21
BT-N/6a	0,9	1	0,9	1	0,436	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	4,3	10	18
BT-N/7a	2	1	2	1	1,5	n.d.	0,8	400	TN-S	3	3,6	16	21
BT-N/8a	0,9	1	0,9	1	0,436	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	4,3	10	18
BT-N/9a	1,8	1	1,8	1	1,35	n.d.	0,8	400	TN-S	3	3,2	16	21
BT-N/10a	40	1	40	1	40,808	n.d.	0,7	400	TN-S	3	82,5	100	101,4
BT-N/11a	17,355	1	17,355	1	16,362	n.d.	0,728	400	TN-S	3	35,5	63	101,4
TR-ISOL-1	17,355	1	17,355	1	16,362	n.d.	0,728	400	TN-S	3	35,5	63	21
BT-N/11a/1	16,231	1	16,231	1	15,578	n.d.	0,722	400	TN-S	3	35,2	63	86,4
UPS1	16,231	1	16,231	1	15,578	n.d.	0,722	400	TN-S	3	35,2	47,6	n.d.
C UPS1	15,906	1	15,906	1	15,532	n.d.	0,716	400	TN-S	3	34,9	47,6	101,4
BT-N/12a	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	400	TN-S	3	0	16	21
BT-N/13a	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	0	10	18
BT-N/14a	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	0	10	21
OBT-CONG	31,04	1	31,04	1	1,72	n.d.	0,999	400	TN-S	3	51,2	295,5	490
BT-N/1b	0	1	0	1	-15,625	n.d.	0	400	TN-S	3	22,6	63	81
BT-N/2b	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	400	TN-S	3	0	63	101,4
BT-N/3b	5,8	1	5,8	1	2,809	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	27,9	40	59,1
BT-N/4b	5,8	1	5,8	1	2,809	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L3-N)	27,9	40	59,1

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	On [kVAR]	Orif [kVAR]	Cos Ø	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
BT-N/5b	3,5	1	3,5	1	1,695	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	16,8	32	44,9
BT-N/6b	3,5	1	3,5	1	1,695	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L3-N)	16,8	32	44,9
BT-N/7b	3,5	1	3,5	1	1,695	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	16,8	32	44,9
BT-N/8b	0,655	1	0,655	1	0,182	n.d.	0,963	231	TN-S	2 (L2-N)	2,9	4,8	26
BT-N/8b/1	0,328	1	0,328	1	0,108	n.d.	0,95	231	TN-S	2 (L2-N)	1,5	1,6	18
BT-N/8b/2	0,328	1	0,328	1	0,075	n.d.	0,975	231	TN-S	2 (L2-N)	1,5	1,6	18
BT-N/8b/3	0,328	1	0,328	1	0,108	n.d.	0,95	231	TN-S	2 (L2-N)	1,5	1,6	18
BT-N/9b	0,1	1	0,1	1	0,048	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	0,5	10	18
BT-N/10b	2,88	1	2,88	1	1,395	n.d.	0,9	400	TN-S	3	4,6	32	46,5
BT-N/11b	2,88	1	2,88	1	1,395	n.d.	0,9	400	TN-S	3	4,6	32	46,5
BT-N/12b	4,596	1	4,596	1	2,226	n.d.	0,9	400	TN-S	3	7,4	32	46,5
BT-N/13b	40	1	40	1	40,808	n.d.	0,7	400	TN-S	3	82,5	100	101,4
BT-N/14b	5,743	1	5,743	1	5,228	n.d.	0,74	400	TN-S	3	17,3	63	101,4
TR-ISOL-2	5,743	1	5,743	1	5,228	n.d.	0,74	400	TN-S	3	17,3	63	21
BT-N/14b/1	5,336	1	5,336	1	5,111	n.d.	0,722	400	TN-S	3	21,1	63	86,4
UPS2	5,336	1	5,336	1	5,111	n.d.	0,722	400	TN-S	3	21,1	47,6	n.d.
C UPS2	5,229	1	5,229	1	5,095	n.d.	0,716	400	TN-S	3	21	47,6	101,4
BT-N/15b	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	400	TN-S	3	0	16	21
BT-N/16b	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	0	10	18
BT-N/17b	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	0	10	21
IG1-CAa	15,906	1	15,906	1	15,532	n.d.	0,716	400	TN-S	3	34,9	47,6	21
BT-CA/1a	0,1	1	0,1	1	0,075	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L2-N)	0,5	6	18
BT-CA/2a	2,5	1	2,5	1	1,875	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L3-N)	13,5	16	18
BT-CA/3a	1,3	1	1,3	1	0,975	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L2-N)	7	16	13,2
BT-CA/4a	0,955	1	0,955	1	0	n.d.	1	231	TN-S	2 (L2-N)	4,1	10	18
BT-CA/5a	0,5	1	0,5	1	0,585	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	3,3	10	18
BT-CA/6a	0,85	1	0,85	1	0,994	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	5,7	10	18
BT-CA/7a	0,4	1	0,4	1	0,468	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	2,7	10	18
BT-CA/8a	1	1	1	1	1,169	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	6,7	10	24
BT-CA/9a	1	1	1	1	1,169	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	6,7	25	30,6

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	On [kVAR]	Orif [kVAR]	Cos Ø	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
BT-CA/10a	5	1	5	1	5,846	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L1-N)	33,3	40	54,6
BT-CA/11a	0,5	1	0,5	1	0,585	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	3,3	10	24
BT-CA/12a	0,15	1	0,15	1	0,113	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L2-N)	0,8	10	24
BT-CA/13a	1,056	1	1,056	1	1,234	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	7	10	n.d.
Conv1 24	1,056	1	1,056	1	1,234	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	7	82,5	n.d.
S1_24Vcc	0,95	1	0,95	1				24	TN-S	2	39,6	100	196,8
BT-CA/13a/1	0,3	1	0,3	1				24	TN-S	2	12,5	25	54,6
BT-CA/13a/2	0,35	1	0,35	1				24	TN-S	2	14,6	25	54,6
BT-CA/13a/3	0,3	1	0,3	1				24	TN-S	2	12,5	25	54,6
BT-CA/13a/4	0	1	0	1				24	TN-S	2	0	25	54,6
BT-CA/14a	0,3	1	0,3	1	0,225	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L2-N)	1,6	10	18
BT-CA/15a	0,3	1	0,3	1	0,225	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L1-N)	1,6	10	18
BT-CA/16a	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	0	10	13,2
BT-CA/17a	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	0	10	13,2
IG1-Cab	5,229	1	5,229	1	5,095	n.d.	0,716	400	TN-S	3	21	47,6	21
BT-CA/1b	0,5	1	0,5	1	0,585	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	3,3	10	18
BT-CA/2b	0,85	1	0,85	1	0,994	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	5,7	10	18
BT-CA/3b	0,6	1	0,6	1	0,291	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	2,9	10	18
BT-CA/4b	1	1	1	1	0,75	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L2-N)	5,4	10	24
BT-CA/5b	1	1	1	1	1,169	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	6,7	10	24
BT-CA/6b	0,7	1	0,7	1	0,818	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	4,7	10	18
BT-CA/7b	1	1	1	1	1,169	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	6,7	25	30,6
BT-CA/8b	5	1	5	1	5,846	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L1-N)	33,3	40	54,6
BT-CA/9b	0,5	1	0,5	1	0,585	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L2-N)	3,3	10	24
BT-CA/10b	0,15	1	0,15	1	0,113	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L3-N)	0,8	10	24
BT-CA/11b	1,056	1	1,056	1	1,234	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	7	10	n.d.
Conv2 24	1,056	1	1,056	1	1,234	n.d.	0,65	231	TN-S	2 (L3-N)	7	82,5	n.d.
S2_24Vcc	0,95	1	0,95	1				24	TN-S	2	39,6	100	196,8
BT-CA/11b/1	0,3	1	0,3	1				24	TN-S	2	12,5	25	54,6
BT-CA/11b/2	0,35	1	0,35	1				24	TN-S	2	14,6	25	54,6

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	On [kVAR]	Orif [kVAR]	Cos Ø	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
BT-CA/11b/3	0,3	1	0,3	1				24	TN-S	2	12,5	25	54,6
BT-CA/11b/4	0	1	0	1				24	TN-S	2	0	25	54,6
BT-CA/12b	0,3	1	0,3	1	0,225	n.d.	0,8	231	TN-S	2 (L2-N)	1,6	10	23,6
BT-CA/13b	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L1-N)	0	10	18
BT-CA/14b	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	0	10	13,2
BT-CA/15b	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	TN-S	2 (L2-N)	0	10	13,2

Legenda

Pn: potenza nominale dei carichi a valle dell'utenza.

Pd: potenza di dimensionamento dell'utenza.

On: potenza rettiva dei carichi a valle dell'utenza

Orif: potenza rettiva nominale di rifasamento locale di un'utenza terminale

Sigla utenza	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc	Prix.	T	k	Iz [A]	IzN [A]	K ² S ² (F) [A ² s]	Cdt %
+CABINA MT/BT.Q_MT/PB/1												
Cavo BT 1	3x(1x240)+1x120+1G120	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	1	30	1	490	312	1,178E+09	1,41
Cavo BT 2	3x(1x240)+1x120+1G120	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	1	30	1	490	312	1,178E+09	0
BT-AI	3x(1x70)+1x35	FTG10M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	25	5	30	0,6	161	101	1,002E+08	1,61
+CABINA MT/BT.Q_BT/PB												
BT-N/1a	3x(1x25)	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	5	30	0,6	81	0	1,278E+07	1,4
BT-N/2a	3x(1x35)+1x25	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	25	5	30	0,6	101	81	2,505E+07	1,54
BT-N/3a	5G10	FG7OR 0.6/1 KV	EPR	RAME	200	5	30	0,6	33	33	2,045E+06	3,73
BT-N/4a	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	25	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,65
BT-N/5a	5G4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	25	5	30	0,6	21	21	3,272E+05	1,45
BT-N/6a	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	20	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	2,05
BT-N/7a	5G4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	20	5	30	0,6	21	21	3,272E+05	1,55
BT-N/8a	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,89
BT-N/9a	5G4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	21	21	3,272E+05	1,51
BT-N/10a	3x(1x35)+1x16	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	101	64	2,505E+07	1,69
BT-N/11a	3x(1x35)	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	101	0	2,505E+07	1,45
BT-N/11a/1	3x(1x35)+1x16	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	86	53	2,505E+07	1,28
C UPS1	3x(1x35)+1x16	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	101	64	2,505E+07	1,34
BT-N/1b	3x(1x25)	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	5	30	0,6	81	0	1,278E+07	1,4
BT-N/3b	3G16	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	20	4	30	0,65	59	59	5,235E+06	2,07
BT-N/4b	3G16	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	20	4	30	0,65	59	59	5,235E+06	2,07
BT-N/5b	3G10	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	4	30	0,65	45	45	2,045E+06	1,89
BT-N/6b	3G10	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	4	30	0,65	45	45	2,045E+06	1,89
BT-N/7b	3G10	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	20	4	30	0,65	45	45	2,045E+06	2,04
BT-N/8b/1	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,6
BT-N/8b/2	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,6
BT-N/8b/3	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	20	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,65
BT-N/9b	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	50	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,6
BT-N/10b	4x(1x16)+1G16	FG7OR 0.6/1 KV	EPR	RAME	50	5	30	0,6	47	47	5,235E+06	1,54
BT-N/11b	4x(1x16)+1G16	FG7OR 0.6/1 KV	EPR	RAME	90	5	30	0,6	47	47	5,235E+06	1,65

Sigla utenza	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc	Prix.	T	k	Iz [A]	IzN [A]	K²S²(F) [A²s]	Cdt %
BT-N/12b	4x(1x16)	FG70R 0.6/1 KV	EPR	RAME	470	5	30	0,6	47	47	5,235E+06	3,38
BT-N/13b	3x(1x35)+1x16	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	101	64	2,505E+07	1,69
BT-N/14b	3x(1x35)	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	101	0	2,505E+07	1,43
BT-N/14b/1	3x(1x35)+1x25	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	86	70	2,505E+07	1,18
C UPS2	3x(1x35)+1x16	FG7M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	101	64	2,505E+07	1,23
BT-CA/1a	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,39
BT-CA/2a	2x2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	20	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	3
BT-CA/4a	2x2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,83
BT-CA/5a	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,6
BT-CA/6a	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,78
BT-CA/7a	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,5
BT-CA/8a	3G4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,62
BT-CA/9a	3G6	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	31	31	7,362E+05	1,56
BT-CA/10a	3G16	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	1,75
BT-CA/11a	2x4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,5
BT-CA/12a	3G4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,39
BT-CA/13a/1	2x16	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	2,23
BT-CA/13a/2	2x16	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	2,61
BT-CA/13a/3	2x16	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	2,23
BT-CA/14a	2x2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	25	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,6
BT-CA/15a	2x2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	25	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,58
BT-CA/1b	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,49
BT-CA/2b	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,67
BT-CA/3b	3G2.5	FTG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	25	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,74
BT-CA/4b	3G4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,55
BT-CA/5b	3G4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,55
BT-CA/6b	3G2.5	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	1,59
BT-CA/7b	3G6	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	31	31	7,362E+05	1,45
BT-CA/8b	3G16	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	1,56
BT-CA/9b	2x4	FG7OM1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,39

Sigla utenza	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc	Prx.	T	k	Iz [A]	IzN [A]	K²S²(F) [A²·s]	Cdt %
BT-CA/10b	3G4	FG70M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,28
BT-CA/11b/1	2x16	FG70M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	2,23
BT-CA/11b/2	2x16	FG70M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	2,61
BT-CA/11b/3	2x16	FG70M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	15	5	30	0,6	55	55	5,235E+06	2,23
BT-CA/12b	3G4	FG70R 0.6/1 KV	EPR	RAME	100	5	30	0,6	24	24	3,272E+05	1,87

Legenda

Lc: lunghezza cavo [m]

Prx.: numero circuiti in prossimità

T: temperatura ambiente [°C]

Cdt %: caduta di tensione alla corrente Ib

CdtIn %: caduta di tensione alla corrente In

-[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze

[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze (neutri separati)

Ci: utilizza il Conduttore di un'altra utenza

-[PE]: il PE dell'utenza è comune ad altre utenze

PEi: utilizza il PE di un'altra utenza

Sigla utenza	Coord. lb < ln < lz	Pdl	K ² S ² > ² t	Sg. mag. < magmax	Contatti ind.
+ CABINA MT/BT.Q_MT/PB/1					
Cavo BT 1	249,6 <= 295,5 <= 490 A		Verificato		Verificato
Cavo BT 2	0 <= 0,5 <= 490 A		Verificato		Verificato
BT-AI	59,5 <= 137,9 <= 160,8 A	100 >= 4,96 kA	Verificato		Verificato
+ CABINA MT/BT.Q_BT/PB					
OBT-IGEN1	190,6 <= 295,5 A (lb < ln)	36 >= 4,96 kA	Verificato	800 < 3.836 A	Verificato
OBT-IGEN2	0 <= 300 A (lb < ln)	36 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-N/1a	27,1 <= 63 <= 81 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	630 < 3.532 A	Verificato
BT-N/2a	21,3 <= 63 <= 101,4 A	15 >= 4,96 kA	Verificato	630 < 2.921 A	Verificato
BT-N/3a	14,4 <= 25 <= 33,2 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-N/4a	1,2 <= 10 <= 18 A	40 >= 4,96 kA	Verificato	100 < 451 A	Verificato
BT-N/5a	0,7 <= 16 <= 21 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	160 < 701 A	Verificato
BT-N/6a	4,3 <= 10 <= 18 A	40 >= 4,96 kA	Verificato	100 < 558 A	Verificato
BT-N/7a	3,6 <= 16 <= 21 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	160 < 860 A	Verificato
BT-N/8a	4,3 <= 10 <= 18 A	40 >= 4,96 kA	Verificato	100 < 730 A	Verificato
BT-N/9a	3,2 <= 16 <= 21 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	160 < 1.110 A	Verificato
BT-N/10a	82,5 <= 100 <= 101,4 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	1.000 < 3.206 A	Verificato
BT-N/11a	35,5 <= 63 <= 101,4 A	15 >= 4,96 kA	Verificato	630 < 3.723 A	Verificato
TR-ISOL-1	35,5 <= 63 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
BT-N/11a/1	35,2 <= 63 <= 86,4 A	10 >= 0,71 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
UPS1	35,2 <= 47,6 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
C UPS1	34,9 <= 47,6 <= 101,4 A		Verificato		Verificato
BT-N/12a	0 <= 16 A (lb < ln)	25 >= 4,92 kA	Verificato	160 < 3.836 A	Verificato
BT-N/13a	0 <= 10 A (lb < ln)	40 >= 4,92 kA	Verificato	100 < 4.433 A	Verificato
BT-N/14a	0 <= 10 A (lb < ln)	40 >= 4,92 kA	Verificato	100 < 4.433 A	Verificato
OBT-CONG	51,2 <= 295,5 A (lb < ln)	36 >= 4,96 kA	Verificato		Verificato
BT-N/1b	22,6 <= 63 <= 81 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	630 < 3.532 A	Verificato
BT-N/2b	0 <= 63 A (lb < ln)	15 >= 4,92 kA	Verificato	630 < 3.836 A	Verificato
BT-N/3b	27,9 <= 40 <= 59,1 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	400 < 2.449 A	Verificato
BT-N/4b	27,9 <= 40 <= 59,1 A	25 >= 4,96 kA	Verificato	400 < 2.449 A	Verificato

Sigla utenza	Coord. lb< ln< lz	Pdl	K ² S ² > ² t	Sg. mag.< magmax	Contatti ind.
BT-N/5b	16,8<=32<=44,9 A	25>=4,96 kA	Verificato	320<2.220 A	Verificato
BT-N/6b	16,8<=32<=44,9 A	25>=4,96 kA	Verificato	320<2.220 A	Verificato
BT-N/7b	16,8<=32<=44,9 A	25>=4,96 kA	Verificato	320<1.828 A	Verificato
BT-N/8b	2,9<=4,8 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
BT-N/8b/1	1,5<=1,6<=18 A	100>=4,96 kA	Verificato	22<730 A	Verificato
BT-N/8b/2	1,5<=1,6<=18 A	100>=4,96 kA	Verificato	22<730 A	Verificato
BT-N/8b/3	1,5<=1,6<=18 A	100>=4,96 kA	Verificato	22<558 A	Verificato
BT-N/9b	0,5<=10<=18 A	40>=4,96 kA	Verificato	100<230 A	Verificato
BT-N/10b	4,6<=32<=46,5 A	15>=4,96 kA	Verificato	320<1.286 A	Verificato
BT-N/11b	4,6<=32<=46,5 A	15>=4,96 kA	Verificato	320<771 A	Verificato
BT-N/12b	7,4<=32<=46,5 A	15>=4,92 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-N/13b	82,5<=100<=101,4 A	25>=4,96 kA	Verificato	1.000<3.206 A	Verificato
BT-N/14b	17,3<=63<=101,4 A	15>=4,96 kA	Verificato	630<3.723 A	Verificato
TR-ISOL-2	17,3<=63 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
BT-N/14b/1	21,1<=63<=86,4 A	10>=0,71 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
UPS2	21,1<=47,6 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
C UPS2	21<=47,6<=101,4 A		Verificato		Verificato
BT-N/15b	0<=16 A (lb < ln)	25>=4,92 kA	Verificato	160<3.836 A	Verificato
BT-N/16b	0<=10 A (lb < ln)	40>=4,92 kA	Verificato	100<4.433 A	Verificato
BT-N/17b	0<=10 A (lb < ln)	40>=4,92 kA	Verificato	100<4.433 A	Verificato
IG1-CAa	34,9<=47,6 A (lb < ln)	10>=0,7 kA	Verificato	315<512 A	Verificato
BT-CA/1a	0,5<=6<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	30<367 A	Verificato
BT-CA/2a	13,5<=16<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	80<321 A	Verificato
BT-CA/3a	7<=16 A (lb < ln)	20>=0,68 kA	Verificato	80<610 A	Verificato
BT-CA/4a	4,1<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<367 A	Verificato
BT-CA/5a	3,3<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<367 A	Verificato
BT-CA/6a	5,7<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<367 A	Verificato
BT-CA/7a	2,7<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<367 A	Verificato
BT-CA/8a	6,7<=10<=24 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<436 A	Verificato
BT-CA/9a	6,7<=25<=30,6 A	20>=0,7 kA	Verificato	125<484 A	Verificato

Sigla utenza	Coord. lb< ln< lz	Pdl	K ² S ² > ² t	Sg. mag.< magmax	Contatti ind.
BT-CA/10a	33,3<=40<=54,6 A	20>=0,7 kA	Verificato	200<556 A	Verificato
BT-CA/11a	3,3<=10<=24 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<436 A	Verificato
BT-CA/12a	0,8<=10<=24 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<436 A	Verificato
BT-CA/13a	7<=10 A (lb < ln)	20>=0,7 kA	Verificato	50<610 A	Verificato
Conv1 24	7<=82,5 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
S1_24Vcc	39,6<=100 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
BT-CA/13a/1	12,5<=25<=54,6 A	20>=0,16 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-CA/13a/2	14,6<=25<=54,6 A	20>=0,16 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-CA/13a/3	12,5<=25<=54,6 A	20>=0,16 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-CA/13a/4	0<=25 A (lb < ln)	20>=0,16 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-CA/14a	1,6<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<284 A	Verificato
BT-CA/15a	1,6<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<284 A	Verificato
BT-CA/16a	0<=10 A (lb < ln)	20>=0,68 kA	Verificato	50<610 A	Verificato
BT-CA/17a	0<=10 A (lb < ln)	20>=0,68 kA	Verificato	50<610 A	Verificato
IG1-CAb	21<=47,6 A (lb < ln)	10>=0,7 kA	Verificato	315<512 A	Verificato
BT-CA/1b	3,3<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<369 A	Verificato
BT-CA/2b	5,7<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<369 A	Verificato
BT-CA/3b	2,9<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<285 A	Verificato
BT-CA/4b	5,4<=10<=24 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<438 A	Verificato
BT-CA/5b	6,7<=10<=24 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<438 A	Verificato
BT-CA/6b	4,7<=10<=18 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<369 A	Verificato
BT-CA/7b	6,7<=25<=30,6 A	20>=0,7 kA	Verificato	125<486 A	Verificato
BT-CA/8b	33,3<=40<=54,6 A	20>=0,7 kA	Verificato	200<559 A	Verificato
BT-CA/9b	3,3<=10<=24 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<438 A	Verificato
BT-CA/10b	0,8<=10<=24 A	20>=0,7 kA	Verificato	50<438 A	Verificato
BT-CA/11b	7<=10 A (lb < ln)	20>=0,7 kA	Verificato	50<613 A	Verificato
Conv2 24	7<=82,5 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
S2_24Vcc	39,6<=100 A (lb < ln)		Verificato		Verificato
BT-CA/11b/1	12,5<=25<=54,6 A	20>=0,16 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-CA/11b/2	14,6<=25<=54,6 A	20>=0,16 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. < I magmax	Contatti ind.
BT-CA/11b/3	$12,5 \leq 25 < = 54,6 \text{ A}$	$20 > = 0,16 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-CA/11b/4	$0 < = 25 \text{ A (Ib < In)}$	$20 > = 0,16 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BT-CA/12b	$1,6 < = 10 < = 23,6 \text{ A}$	$20 > = 0,7 \text{ kA}$	Verificato	$50 < 151 \text{ A}$	Verificato
BT-CA/13b	$0 < = 10 \text{ A (Ib < In)}$	$20 > = 0,68 \text{ kA}$	Verificato	$50 < 613 \text{ A}$	Verificato
BT-CA/14b	$0 < = 10 \text{ A (Ib < In)}$	$20 > = 0,68 \text{ kA}$	Verificato	$50 < 613 \text{ A}$	Verificato
BT-CA/15b	$0 < = 10 \text{ A (Ib < In)}$	$20 > = 0,68 \text{ kA}$	Verificato	$50 < 613 \text{ A}$	Verificato

Legenda

- PdI: potere di interruzione o di corto circuito della protezione
- I magmax: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima
- $K^2 S^2 > I^2 t$: verifica a cortocircuito della linea

QUADRO QdT_N

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	Cos Ø	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
+NICCHIONE.QdT_N													
QdT/G	4,883	0,9	4,395	1	2,32	n.d.	0,884	231	IT	2 (LI-N)	21,5	25	42,3
QdT/N/1	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	0	10	24,1
QdT/N/2	0,1	1	0,1	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (LI-N)	0,4	6	24,1
QdT/N/3	1	1	1	1	0,75	n.d.	0,8	231	IT	2 (LI-N)	5,4	16	32,9
QdT/N/4	1	1	1	1	0,484	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	4,8	10	24,1
QdT/N/5	0,4	1	0,4	1	0,194	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	1,9	16	32,9
QdT/N/6	0,078	1	0,078	1	0,038	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	0,4	6	24,1
QdT/N/7	0,2	1	0,2	1	0,066	n.d.	0,95	231	IT	2 (LI-N)	0,9	6	24,1
QdT/N/7/1	0,02	1	0,02	10	0,007	n.d.	0,95	231	IT	2 (LI-N)	0,1	6	18
QdT/N/8	0,2	1	0,2	1	0,066	n.d.	0,95	231	IT	2 (LI-N)	0,9	6	24,1
QdT/N/8/1	0,02	1	0,02	10	0,007	n.d.	0,95	231	IT	2 (LI-N)	0,1	6	18
QdT/N/9	0,043	1	0,043	1	0,014	n.d.	0,95	231	IT	2 (LI-N)	0,2	6	24,1
QdT/N/10	0,462	1	0,462	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (LI-N)	2	6	n.d.
QdT/N/11	0,2	1	0,2	1	0,066	n.d.	0,95	231	IT	2 (LI-N)	0,9	6	24,1
QdT/N/12	1,2	1	1,2	1	0,9	n.d.	0,8	231	IT	2 (LI-N)	6,5	16	32,9
QdT/N/13	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	0	6	24,1
QdT/N/14	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	0	6	24,1
QdT/N/15	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	0	6	24,1
QdT/N/16	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (LI-N)	0	6	24,1
RADDRIZ	0,462	1	0,462	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (LI-N)	2	22,9	n.d.
QdT/CC/1	0,01	1	0,01	1				24	IT	2	0,4	6	24,1
QdT/CC/2	0,095	1	0,095	1				24	IT	2	4	6	24,1
QdT/CC/3	0,038	1	0,038	1				24	IT	2	1,6	6	24,1
QdT/CC/4	0,3	1	0,3	1				24	IT	2	12,5	16	24,1
QdT/CC/5	0,01	1	0,01	1				24	IT	2	0,4	6	24,1

Legenda

Pn: potenza nominale dei carichi a valle dell'utenza.

Pd: potenza di dimensionamento dell'utenza.

Qn: potenza rettiva dei carichi a valle dell'utenza

Qrif: potenza rettiva nominale di rifasamento locale di un'utenza terminale

Sigla utenza + NICCHIONE.QdT_N	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc	Prx.	T	k	Iz [A]	IzN [A]	K²S²(F) [A²s]	Cdt %
QdT/N/3	3G4	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	5	30	0,73	33	33	3,272E+05	0,22
QdT/N/4	3G2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	5	30	0,73	24	24	1,278E+05	0,34
QdT/N/5	2x4	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	5	30	0,73	33	33	3,272E+05	0,09
QdT/N/6	2x2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	125	5	30	0,73	24	24	1,278E+05	0,33
QdT/N/7	2x2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	125	5	30	0,73	24	24	1,278E+05	0,47
QdT/N/7/1	2x2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	0,47
QdT/N/8	2x2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	125	5	30	0,73	24	24	1,278E+05	0,47
QdT/N/8/1	2x2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	5	5	30	0,6	18	18	1,278E+05	0,47
QdT/N/9	2x2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	10	5	30	0,73	24	24	1,278E+05	0,02
QdT/N/11	2x2.5	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	125	5	30	0,73	24	24	1,278E+05	0,85
QdT/N/12	2x4	FG100M1 0.6/1 KV	EPR	RAME	50	5	30	0,73	33	33	3,272E+05	1,29

Legenda

Lc: lunghezza cavo [m]

Prx.: numero circuiti in prossimità

T: temperatura ambiente [°C]

Cdt %: caduta di tensione alla corrente Ib

CdtIn %: caduta di tensione alla corrente In

-[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze

[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze (neutri separati)

C: utilizza il Conduttore di un'altra utenza

-[PE]: il PE dell'utenza è comune ad altre utenze

PE!: utilizza il PE di un'altra utenza

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. < I magmax	Contatti ind.
+ NICCHIONE.QdI_N					
QdI/G	$21,5 < = 25 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	250 < 365 A Verificato
QdI/N/1	$0 < = 10 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	100 < 523 A Verificato
QdI/N/2	$0,4 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 523 A Verificato
QdI/N/3	$5,4 < = 16 < = 32,9 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	160 < 306 A Verificato
QdI/N/4	$4,8 < = 10 < = 24,1 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	100 < 279 A Verificato
QdI/N/5	$1,9 < = 16 < = 32,9 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	160 < 411 A Verificato
QdI/N/6	$0,4 < = 6 < = 24,1 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 80 A Verificato
QdI/N/7	$0,9 < = 6 < = 24,1 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 80 A Verificato
QdI/N/7/1	$0,1 < = 6 < = 18 A$			Verificato	Verificato
QdI/N/8	$0,9 < = 6 < = 24,1 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 80 A Verificato
QdI/N/8/1	$0,1 < = 6 < = 18 A$			Verificato	Verificato
QdI/N/9	$0,2 < = 6 < = 24,1 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 365 A Verificato
QdI/N/10	$2 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 365 A Verificato
QdI/N/11	$0,9 < = 6 < = 24,1 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 80 A Verificato
QdI/N/12	$6,5 < = 16 < = 32,9 A$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	160 < 220 A Verificato
QdI/N/13	$0 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 523 A Verificato
QdI/N/14	$0 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 523 A Verificato
QdI/N/15	$0 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 523 A Verificato
QdI/N/16	$0 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,57 kA$	Verificato	60 < 523 A Verificato
RADDRIZ	$2 < = 22,9 A (I_b < I_n)$			Verificato	Verificato
QdI/CC/1	$0,4 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,04 kA$	Verificato	Prot. contatti indiretti Verificato
QdI/CC/2	$4 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,04 kA$	Verificato	Prot. contatti indiretti Verificato
QdI/CC/3	$1,6 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,04 kA$	Verificato	Prot. contatti indiretti Verificato
QdI/CC/4	$12,5 < = 16 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,04 kA$	Verificato	Prot. contatti indiretti Verificato
QdI/CC/5	$0,4 < = 6 A (I_b < I_n)$		$20 > = 0,04 kA$	Verificato	Prot. contatti indiretti Verificato

Legenda

- PdI: potere di interruzione o di corto circuito della protezione
- I magmax: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima
- $K^2 S^2 > I^2 t$: verifica a cortocircuito della linea

QUADRO QdT_B

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	Cos Ø	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
+NICCHIONE.QdT_B													
QdT/G	24,776	0,9	22,298	1	14,21	n.d.	0,843	400	IT	3	40,2	50	42,3
QdT/N/1	0,048	1	0,048	1	0,036	n.d.	0,8	231	IT	2 (L3-N)	0,3	6	38
QdT/N/2	0,1	1	0,1	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (L3-N)	0,4	6	24,1
QdT/N/3	1	1	1	1	0,75	n.d.	0,8	231	IT	2 (L1-N)	5,4	16	32,9
QdT/N/4	1	1	1	1	0,484	n.d.	0,9	231	IT	2 (L3-N)	4,8	10	24,1
QdT/N/5	0,4	1	0,4	1	0,194	n.d.	0,9	231	IT	2 (L3-N)	1,9	16	32,9
QdT/N/6	17,046	1	17,046	1	11,395	n.d.	0,831	400	IT	3	34,8	40	51,8
QdT/N/7	0,078	1	0,078	1	0,038	n.d.	0,9	231	IT	2 (L3-N)	0,4	6	24,1
QdT/N/8	0,2	1	0,2	1	0,066	n.d.	0,95	231	IT	2 (L3-N)	0,9	6	24,1
QdT/N/8/1	0,02	1	0,02	10	0,007	n.d.	0,95	231	IT	2 (L3-N)	0,1	6	18
QdT/N/9	0,2	1	0,2	1	0,066	n.d.	0,95	231	IT	2 (L3-N)	0,9	6	24,1
QdT/N/9/1	0,02	1	0,02	10	0,007	n.d.	0,95	231	IT	2 (L3-N)	0,1	6	18
QdT/N/10	0,043	1	0,043	1	0,014	n.d.	0,95	231	IT	2 (L3-N)	0,2	6	24,1
QdT/N/11	0,462	1	0,462	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (L1-N)	2	6	n.d.
QdT/N/12	0,2	1	0,2	1	0,066	n.d.	0,95	231	IT	2 (L3-N)	0,9	6	24,1
QdT/N/13	1,2	1	1,2	1	0,581	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	5,8	16	32,9
QdT/N/14	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	0	6	24,1
QdT/N/15	2,8	1	2,8	1	2,1	n.d.	0,8	400	IT	3	5,1	10	38
QdT/N/16	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	0	6	38
QdT/N/17	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	0	6	38
RADDRIZ	0,462	1	0,462	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (L1-N)	2	22,9	n.d.
QdT/CC/1	0,01	1	0,01	1				24	IT	2	0,4	6	24,1
QdT/CC/2	0,095	1	0,095	1				24	IT	2	4	6	24,1
QdT/CC/3	0,038	1	0,038	1				24	IT	2	1,6	6	24,1
QdT/CC/4	0,3	1	0,3	1				24	IT	2	12,5	16	24,1
QdT/CC/5	0,01	1	0,01	1				24	IT	2	0,4	6	24,1
QdT/CC/6	0	1	0	1				24	IT	2	0	6	24,1
QdT/CC/7	0	1	0	1				24	IT	2	0	6	24,1

Legenda

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	Cos ϕ	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
--------------	---------	-------	---------	---------	-----------	-------------	------------	--------	---------	------------	--------	--------	--------

Pn: potenza nominale dei carichi a valle dell'utenza.

Pd: potenza di dimensionamento dell'utenza.

Qn: potenza reattiva dei carichi a valle dell'utenza

Qrif: potenza reattiva nominale di rifasamento locale di un'utenza terminale



Sigla utenza +NICCHIONE.QdT_B	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc	Prx.	T	k	Iz [A]	IzN [A]	K ² S ² (F) [A ² s]	Cdt %
QdT/N/3	3G4	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		10	5	30	0,73	33	3,27E+05	0,22
QdT/N/4	3G2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		10	5	30	0,73	24	1,28E+05	0,34
QdT/N/5	2x4	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		10	5	30	0,73	33	3,27E+05	0,09
QdT/N/6	5G10	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		30	5	30	0,73	52	2,05E+06	1,07
QdT/N/7	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		125	5	30	0,73	24	1,28E+05	0,33
QdT/N/8	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		125	5	30	0,73	24	1,28E+05	0,47
QdT/N/8/1	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		5	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,47
QdT/N/9	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		125	5	30	0,73	24	1,28E+05	0,47
QdT/N/9/1	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		5	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,47
QdT/N/10	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		10	5	30	0,73	24	1,28E+05	0,01
QdT/N/12	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		125	5	30	0,73	24	1,28E+05	0,85
QdT/N/13	2x4	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		50	5	30	0,73	33	3,27E+05	1,29
QdT/N/15	5G6	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		30	5	30	0,73	38	7,36E+05	0,2

Legenda

Lc: lunghezza cavo [m]

Prx.: numero circuiti in prossimità

T: temperatura ambiente [°C]

Cdt %: caduta di tensione alla corrente Ib

CdtIn %: caduta di tensione alla corrente In

[-C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze

[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze (neutri separati)

CI: utilizza il Conduttore di un'altra utenza

[-PE]: il PE dell'utenza è comune ad altre utenze

PEI: utilizza il PE di un'altra utenza

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.
+NICCHIONE.QdT_B					
QdT/G	40,2 <= 50 A (Ib < In)	10 > = 0,9 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/1	0,3 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/2	0,4 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/3	5,4 <= 16 <= 32,9 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/4	4,8 <= 10 <= 24,1 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/5	1,9 <= 16 <= 32,9 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/6	34,8 <= 40 <= 51,8 A	10 > = 0,9 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/7	0,4 <= 6 <= 24,1 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/8	0,9 <= 6 <= 24,1 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/8/1	0,1 <= 6 <= 18 A		Verificato		Verificato
QdT/N/9	0,9 <= 6 <= 24,1 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/9/1	0,1 <= 6 <= 18 A		Verificato		Verificato
QdT/N/10	0,2 <= 6 <= 24,1 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/11	2 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/12	0,9 <= 6 <= 24,1 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/13	5,8 <= 16 <= 32,9 A	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/14	0 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/15	5,1 <= 10 <= 38 A	10 > = 0,94 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/16	0 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/N/17	0 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
RADDRIZ	2 <= 22,9 A (Ib < In)		Verificato		Verificato
QdT/CC/1	0,4 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0,04 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/CC/2	4 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0,04 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/CC/3	1,6 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0,04 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/CC/4	12,5 <= 16 A (Ib < In)	20 > = 0,04 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/CC/5	0,4 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0,04 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/CC/6	0 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0,04 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
QdT/CC/7	0 <= 6 A (Ib < In)	20 > = 0,04 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato

Legenda

Sigla utenza	Coord. Ib<In <Iz	PdI	K²S² > I²t	Sg. mag.<I magmax	Contatti ind.
---------------------	-------------------------------	------------	---	-----------------------------	----------------------

PdI: potere di interruzione o di corto circuito della protezione
 I magmax: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima
 K²S² > I²t: verifica a cortocircuito della linea



QUADRO QdB

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	Cos Ø	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
+ BY-PASS.QdIB													
SGBP	17,943	0,95	17,046	1	11,395	n.d.	0,831	400	IT	3	34,8	40	38
BP/N/1	0,048	1	0,048	1	0,036	n.d.	0,8	231	IT	2 (L3-N)	0,3	6	38
BP/N/2	3,1	1	3,1	1	1,501	n.d.	0,9	231	IT	2 (L2-N)	14,9	25	30,6
BP/N/3	0,32	1	0,32	1	0,155	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	1,5	25	30,6
BP/N/4	0,4	1	0,4	1	0,194	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	1,9	6	18
BP/N/5	12,22	0,97	11,853	1	9,804	n.d.	0,78	400	IT	3	21,9	25	36
BP/N/6	12,22	0,97	11,853	1	9,804	n.d.	0,78	400	IT	3	21,9	25	36
BP/N/7	0,5	1	0,5	1	0,242	n.d.	0,9	231	IT	2 (L3-N)	2,4	6	18
BP/N/8	0,5	1	0,5	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (L3-N)	2,2	6	24,1
BP/N/9	0,2	1	0,2	1	0,097	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	1	6	18
BP/N/10	0,07	1	0,07	1	0,034	n.d.	0,9	231	IT	2 (L3-N)	0,3	6	18
BP/N/11	0,07	1	0,07	1	0,034	n.d.	0,9	231	IT	2 (L3-N)	0,3	6	18
BP/N/12	0,053	1	0,053	1	0,026	n.d.	0,9	231	IT	2 (L1-N)	0,3	6	18
BP/N/13	0,344	1	0,344	1	0,167	n.d.	0,9	231	IT	2 (L3-N)	1,7	6	18
BP/N/14	0,486	1	0,486	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (L1-N)	2,1	6	n.d.
BP/N/15	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (L2-N)	0	6	24,1
BP/N/16	0	1	0	1	0	n.d.	0,9	231	IT	2 (L2-N)	0	6	24,1
RADDRIZ	0,486	1	0,486	1	0	n.d.	1	231	IT	2 (L1-N)	2,1	44	n.d.
ACC1	0,42	1	0,42	1				24	IT	2	17,5	44	38
ACC2	0,056	1	0,056	1				24	IT	2	2,3	42	38
BP/CC1/1	0,01	1	0,01	1				24	IT	2	0,4	6	24,1
BP/CC1/2	0,095	1	0,095	1				24	IT	2	4	6	24,1
BP/CC1/3	0,305	1	0,305	1				24	IT	2	12,7	20	24,1
BP/CC1/4	0,01	1	0,01	1				24	IT	2	0,4	6	24,1
BP/CC1/5	0	1	0	1				24	IT	2	0	6	24,1
BP/CC2/1	0,016	1	0,016	1				24	IT	2	0,7	6	18
BP/CC2/2	0,014	1	0,014	1				24	IT	2	0,6	6	18
BP/CC2/3	0,008	1	0,008	1				24	IT	2	0,3	6	18
BP/CC2/4	0,008	1	0,008	1				24	IT	2	0,3	6	24,1

Sigla utenza	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Carichi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	Cos ϕ	Vn [V]	Sistema	Cond. att.	Ib [A]	In [A]	Iz [A]
BP/CC2/5	0,008	1	0,008	1				24	IT	2	0,3	6	18
BP/CC2/6	0,002	1	0,002	1				24	IT	2	0,1	6	18
BP/CC2/7	0,002	1	0,002	1				24	IT	2	0,1	6	18
BP/CC2/8	0	1	0	1				24	IT	2	0	6	24,1

Legenda

Pn: potenza nominale dei carichi a valle dell'utenza.

Pd: potenza di dimensionamento dell'utenza.

Qn: potenza rettiva dei carichi a valle dell'utenza

Qrif: potenza rettiva nominale di rifasamento locale di un'utenza terminale

Sigla utenza +BY-PASS-QdB	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc	Prx.	T	k	Iz [A]	IzN [A]	K ² S ² (F) [A ² s]	Cdt %
BP/IN/2	3G6	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		15	5	30	0,6	31	7,36E+05	1,73
BP/IN/3	3G6	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		15	5	30	0,6	31	7,36E+05	0,54
BP/IN/4	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		15	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,67
BP/IN/5	4G10	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	36	2,05E+06	1,24
BP/IN/6	4G10	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	36	2,05E+06	0
BP/IN/7	3G2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	1,12
BP/IN/9	3G2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,64
BP/IN/10	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		15	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,73
BP/IN/11	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		15	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,73
BP/IN/12	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,51
BP/IN/13	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,98
BP/CC2/1	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	1,26
BP/CC2/2	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	1,14
BP/CC2/3	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,63
BP/CC2/4	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,63
BP/CC2/5	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,73	24	1,28E+05	0,63
BP/CC2/6	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	0,16
BP/CC2/7	2x2.5	FG100M1 0.6/1 kV	EPR	RAME		25	5	30	0,6	18	1,28E+05	0

Legenda

Lc: lunghezza cavo [m]

Prx.: numero circuiti in prossimità

T: temperatura ambiente [°C]

Cdt %: caduta di tensione alla corrente Ib

CdtIn %: caduta di tensione alla corrente In

[-C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze

[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze (neutri separati)

CI: utilizza il Conduttore di un'altra utenza

[-PE]: il PE dell'utenza è comune ad altre utenze

PEI: utilizza il PE di un'altra utenza

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. < I magmax	Contatti ind.
+ BY - PASS. QdB					
SGBP	34,8 <= 40 A (Ib < In)		Verificato		Verificato
BP/N/1	0,3 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/2	14,9 <= 25 <= 30,6 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/3	1,5 <= 25 <= 30,6 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/4	1,9 <= 6 <= 18 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/5	21,9 <= 25 <= 36 A	50 >= 0,75 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/6	21,9 <= 25 <= 36 A	50 >= 0,79 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/7	2,4 <= 6 <= 18 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/8	2,2 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/9	1 <= 6 <= 18 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/10	0,3 <= 6 <= 18 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/11	0,3 <= 6 <= 18 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/12	0,3 <= 6 <= 18 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/13	1,7 <= 6 <= 18 A	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/14	2,1 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/15	0 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/N/16	0 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
RADDRIZ	2,1 <= 44 A (Ib < In)		Verificato		Verificato
ACC1	17,5 <= 44 A (Ib < In)		Verificato		Verificato
ACC2	2,3 <= 42 A (Ib < In)		Verificato		Verificato
BP/CC1/1	0,4 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0,08 kA	Verificato	45 < 76 A	Verificato
BP/CC1/2	4 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0,08 kA	Verificato	45 < 76 A	Verificato
BP/CC1/3	12,7 <= 20 A (Ib < In)	20 >= 0,08 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/CC1/4	0,4 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0,08 kA	Verificato	45 < 76 A	Verificato
BP/CC1/5	0 <= 6 A (Ib < In)	20 >= 0,08 kA	Verificato	45 < 76 A	Verificato
BP/CC2/1	0,7 <= 6 <= 18 A	20 >= 0,08 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/CC2/2	0,6 <= 6 <= 18 A	20 >= 0,08 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/CC2/3	0,3 <= 6 <= 18 A	20 >= 0,08 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/CC2/4	0,3 <= 6 <= 24,1 A	20 >= 0,08 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.
BP/CC2/5	$0,3 < 6 \leq 18 \text{ A}$	$20 > = 0,08 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/CC2/6	$0,1 < 6 \leq 18 \text{ A}$	$20 > = 0,08 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/CC2/7	$0,1 < 6 \leq 18 \text{ A}$	$20 > = 0,08 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
BP/CC2/8	$0 < 6 \text{ A } (I_b < I_n)$	$20 > = 0,08 \text{ kA}$	Verificato	$45 < 76 \text{ A}$	Verificato

Legenda

- PdI: potere di interruzione o di corto circuito della protezione
- I magmax: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima
- $K^2 S^2 > I^2 t$: verifica a cortocircuito della linea

Quadro:		Tavola:		Impianto: Progetto Impianto Elettrico																			
QUADRO SERVIZI ANTINCENDIO CENTRALE C7 (Q_SI/C7)																							
Sigla Arrivo:		Cliente:		Descrizione Quadro:																			
Q_SI/C7 -0		PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA - PROGETTO DEFINITIVO		SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE																			
Sistema di distribuzione: TN-S		Resistenza di terra: 10 [Ω]		C.d.t. % Max ammessa: 3 %					Icc di barratura: 4,28 [kA]					Tensione: 400 [V]									
Circuito		Apparecchiatura		Corto circuito										Sovraccarico		Test							
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max				I _{cc} max ≤ P.d.I.										I _b ≤ I _n ≤ I _z		I _t ≤ 1,45 I _z							
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	I _{cc} max	I di Int. Prot.	I gt Fondo Linea	FASE		NEUTRO		PROTEZIONE		I _b	I _n	I _z	I _t	1,45 I _z	
[mm ²]	[mm ²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	I _t max Inizio Linea	K ² S ²	[A ² S]	[A ² S]	I _t max Inizio Linea	K ² S ²	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
Q_SI/C7 -0		---	---	0,02	NG125N	Quadrifilare	0	25	4,28	400	3679	---	---	---	---	---	---	30	50	---	73	---	SI
Q_SI/C7 -1	1(3G2,5)	15	89	0,75	C60H+Vigi A	Monofase L1+N	0,03 - A	30	4,22	0,03	571	13865	127806	127806	127806	13865	127806	7,218	16	29	23	42	SI
Q_SI/C7 -2	1(4G2,5)	15	388	0,2	C60H+Vigi A	Tripolare	0,03 - A	15	4,22	0,03	551	7722	127806	---	---	7722	127806	3,585	10	26	15	37	SI
Q_SI/C7 -3	1(5G6)	15	322	0,25	C60H+Vigi A	Quadrifilare	0,03 - A	15	4,22	0,03	1123	10728	736164	736164	736164	10728	736164	9,623	16	43	23	63	SI
Q_SI/C7 -4		---	---	0,11	C60H+Vigi A	Quadrifilare	0,03 - A	15	4,22	0,03	1309	---	---	---	---	---	---	2,83	6	---	8,7	---	SI
Q_SI/C7 -5	1(3G2,5)	15	214	0,35	---	Monofase L1+N	0,03	---	1,96	0,03	446	2728	127806	127806	2728	127806	2,83	6	25	8,7	37	37	SI
Q_SI/C7 -6	1(3G2,5)	15	214	0,35	---	Monofase L2+N	0,03	---	1,96	0,03	446	2728	127806	127806	2728	127806	2,83	6	25	8,7	37	37	SI
Q_SI/C7 -7		---	---	0,11	C60H+Vigi A	Quadrifilare	0,03 - A	15	4,22	0,03	1309	---	---	---	---	---	---	2,83	6	---	8,7	---	SI
Q_SI/C7 -8	1(3G2,5)	15	214	0,35	---	Monofase L1+N	0,03	---	1,96	0,03	446	2728	127806	127806	2728	127806	2,83	6	25	8,7	37	37	SI

ALLEGATO 2
DIMENSIONAMENTO RETE DI BASSA TENSIONE A 1000 V GALLERIA BOLANO
(FINO AL km 2200)

1 Generalità

Nel presente allegato vengono riportati i risultati del calcolo per il dimensionamento delle dorsali di bassa tensione (1000 V) di galleria Bolano (fino al km 2200), che costituiscono la rete di alimentazione del sottosistema LFM dello stesso tunnel ferroviario.

Di seguito sono illustrati i criteri adottati. La procedura prevede calcoli di load flow e corto circuito eseguiti tramite il software NEPLAN®, ver. 5.4.3, prodotto da BCP Zurigo.

2 Modello considerato e calcolo del profilo di tensione

Le valutazioni sono state condotte sul modello riportato in Figura 1, che schematizza la rete in oggetto, derivata dal trasformatore MT/bt in cabina.

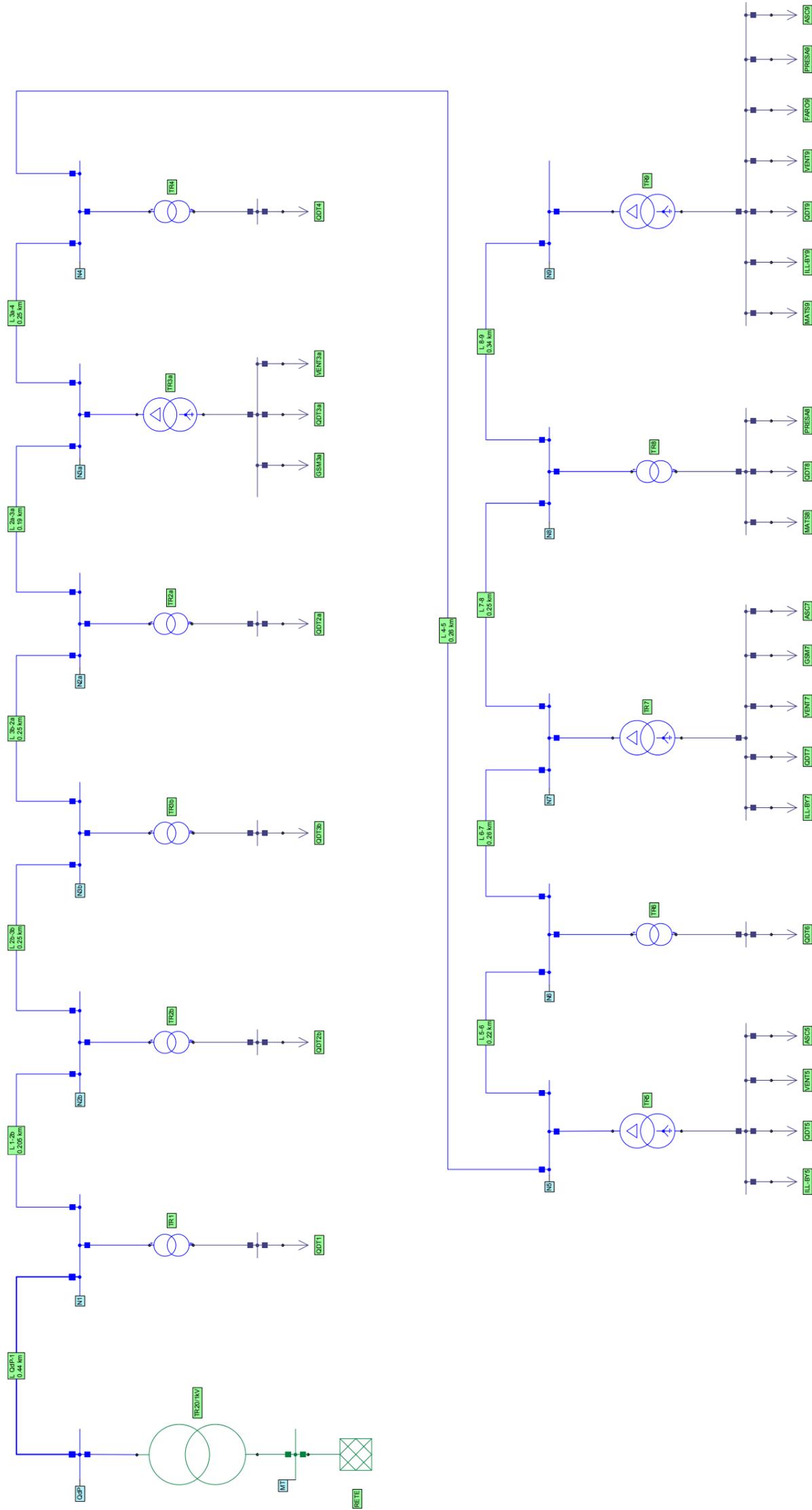
Il calcolo è stato effettuato, considerando le richieste di specifica LF610: 2010, con le seguenti modalità :

- la dorsale è prevista con estensione massima di circa 2900 m in galleria (le lunghezze considerate sono relative al lato dispari della stessa);
- i carichi delle utenze di gestione/comunicazione ed illuminazione sono previste con fattore di contemporaneità 1 su tutta la dorsale (LF610 p. III.4.3);
- è prevista l'attivazione contemporanea, alla massima potenza, di 3 by-pass (distanti tra loro circa 500 m) per l'evacuazione delle persone, a fondo linea;
- è prevista l'attivazione contemporanea a potenza ridotta, per funzionamento ordinario, di tutti i rimanenti by-pass lungo la dorsale stessa;
- è prevista l'attivazione contemporanea dei circuiti di illuminazione dei 3 by-pass attivati per l'evacuazione delle persone;
- la potenza del QdT più lontano dalla fonte di alimentazione è incrementata di 1000 W, assumendo il caso di utilizzo del proiettore portatile (LF610 p. III.4.3);
- la potenza del QdT a fondo linea e del QdT precedente è incrementata di 1100 W per considerare le prese VV.F. ed 1200 W per i MATS (LF610 p. III.4.3).

Nelle tabelle che seguono si riportano i dati di impianto considerati.

Verrà adottata la seguente simbologia per i quadri/nodi di rete:

Nome nodo	Tensione nominale (kV)	Descrizione
MT	20	Quadro MT
QdP	1	Quadro di piazzale
N1	1	Sezione 1000V QdT nicchia 1
QDT1-BT	0.23	Sezione 230V QdT nicchia 1
N2b	1	Sezione 1000V QdT nicchia 2B
QDT2b-BT	0.23	Sezione 230V QdT nicchia 2B
N3b	1	Sezione 1000V QdT nicchia 3B
QDT3b-BT	0.23	Sezione 230V QdT nicchia 3B
N2a	1	Sezione 1000V QdT nicchia 2A
QDT2a-BT	0.23	Sezione 230V QdT nicchia 2A
N3a	1	Sezione 1000V QdT nicchia 3A
QDT3a-BT	0.4	Sezione 400/230V QdT nicchia 3A
N4	1	Sezione 1000V QdT nicchia 4
QDT4-BT	0.23	Sezione 230V QdT nicchia 4
N5	1	Sezione 1000V QdT nicchia 5
QDT5-BT	0.4	Sezione 400/230V QdT nicchia 5
N6	1	Sezione 1000V QdT nicchia 6
QDT6-BT	0.23	Sezione 230V QdT nicchia 6
N7	1	Sezione 1000V QdT nicchia 7
QDT7-BT	0.4	Sezione 400/230V QdT nicchia 7
N8	1	Sezione 1000V QdT nicchia 8
QDT8-BT	0.23	Sezione 230V QdT nicchia 8
N9	1	Sezione 1000V QdT nicchia 9
QDT9-BT	0.4	Sezione 400/230V QdT nicchia 9



Project:	Rete 1kV Bolano_2_reppi	created	
Variant:	Caw 1x150	changed	
		changed	
Date:	31-gen-2011		
 SINT Ingegneria Srl via C. Colombo, 106 36061 Bassano del Grappa (VI) www.sintingegneria.it		NEPLAN	

Figura 1 - DORSALE galleria Bolano

LINEE ELETTRICHE

La distribuzione è realizzata con cavi tipo FG10M1 0.6/1kV entro tubazioni interrate.

Le linee oggetto di dimensionamento sono le seguenti

Nome	Lunghezza [km]	Da	A
L QdP-1	0.44	QdP	N1
L 1-2b	0.205	N1	N2b
L 2b-3b	0.25	N2b	N3b
L 3b-2a	0.25	N3b	N2a
L 2a-3a	0.19	N2a	N3a
L 3a-4	0.25	N3a	N4
L 4-5	0.26	N4	N5
L 5-6	0.22	N5	N6
L 6-7	0.26	N6	N7
L 7-8	0.25	N7	N8
L 8-9	0.34	N8	N9

TRASFORMATORI MT/BT

Nome	Nodo primario	Nodo secondario	Gruppo	Potenza nominale [kVA]	Tensione primaria [kV]	Tensione secondaria [kV]	vcc%	Pcc%	Imax primaria [A]	Imax secondaria [A]
TR20/1kV	MT	QdP	Dyn11	200	20	1	6	0.45	5.8	115.5

TRASFORMATORI ALIMENTAZIONE QdT NICCHIONI

I trasformatori monofase per l'alimentazione dei QdT nei nicchioni sono stati distribuiti sulle tre fasi della dorsale con collegamento primario a coppie L1-L2, L2-L3, L3-L1 e sono riportati in seguito:

Nome	Nodo primario	Nodo secondario	Collegamento primario	Collegamento secondario	Potenza nominale [kVA]	Tensione primaria [kV]	Tensione secondaria [kV]	vcc%	Pcc%
TR1	N1	QDT1-BT	L1L2	L1N	5	1	0.23	6	5
TR2b	N2b	QDT2b-BT	L2L3	L1N	5	1	0.23	6	5
TR3b	N3b	QDT3b-BT	L3L1	L1N	5	1	0.23	6	5
TR2a	N2a	QDT2a-BT	L1L2	L1N	5	1	0.23	6	5
TR4	N4	QDT4-BT	L2L3	L1N	5	1	0.23	6	5
TR6	N6	QDT6-BT	L3L1	L1N	5	1	0.23	6	5
TR8	N8	QDT8-BT	L1L2	L1N	5	1	0.23	6	5

TRASFORMATORI ALIMENTAZIONE QdT NICCHIE DI BY-PASS

Nome	Nodo primario	Nodo secondario	Gruppo	Potenza nominale [kVA]	Tensione primaria [kV]	Tensione secondaria [kV]	vcc%	Pcc%	Imax primaria [A]	Imax secondaria [A]
TR3a	N3a	QDT3a-BT	Dyn11	30	1	0.4	6	3.2	14.4	36.1
TR5	N5	QDT5-BT	Dyn11	30	1	0.4	6	3.2	14.4	36.1
TR7	N7	QDT7-BT	Dyn11	30	1	0.4	6	3.2	14.4	36.1
TR9	N9	QDT9-BT	Dyn11	30	1	0.4	6	3.2	14.4	36.1

CARICHI BT

La tabella seguente riassume i carichi considerati per ciascun nodo bt, secondo le ipotesi di cui sopra. Le altre utenze di tratta, alimentate dai QdT, sono rappresentate per mezzo di un carico concentrato, definito con la dicitura "QDTx".

Nodo	Nome	P [kW]	Q [kVAr]	S [kVA]	I [A]	cosφ	kcxku	Collegamento
QDT1-BT	QDT1	1.476	0.715	1.64	7.2	0.9	1	L1N
QDT2b-BT	QDT2b	1.476	0.715	1.64	7.2	0.9	1	L1N
QDT3b-BT	QDT3b	1.476	0.715	1.64	7.2	0.9	1	L1N
QDT2a-BT	QDT2a	1.476	0.715	1.64	7.2	0.9	1	L1N
QDT3a-BT	GSM3a	3.1	1.501	3.444	15	0.9	1	L2N
	QDT3a	3.491	1.691	3.879	5.6	0.9	1	L1L2L3N
	VENT3a	12.222	5.919	13.58	19.6	0.9	0.2	L1L2L3N
QDT4-BT	QDT4	1.476	0.715	1.64	7.2	0.9	1	L1N
QDT5-BT	ASC5	2.8	1.356	3.111	4.5	0.9	0.9	L1L2L3N
	ILL-BY5	0.35	0.17	0.389	1.8	0.9	1	L1N
	QDT5	3.491	1.691	3.879	5.6	0.9	1	L1L2L3N
	VENT5	12.222	5.919	13.58	19.6	0.9	0.8	L1L2L3N
QDT6-BT	QDT6	1.476	0.715	1.64	7.2	0.9	1	L1N
QDT7-BT	ASC7	2.8	1.356	3.111	4.5	0.9	0.9	L1L2L3N
	GSM7	3.1	1.501	3.444	15	0.9	1	L2N
	ILL-BY7	0.35	0.17	0.389	1.8	0.9	1	L3N
	QDT7	3.491	1.691	3.879	5.6	0.9	1	L1L2L3N
	VENT7	12.222	5.919	13.58	19.6	0.9	0.8	L1L2L3N
QDT8-BT	MATS8	1.2	0.581	1.333	5.7	0.9	0.5	L1N
	PRESA8	1	0.484	1.111	4.8	0.9	0.5	L1N
	QDT8	1.476	0.715	1.64	7.2	0.9	1	L1N
QDT9-BT	ASC9	2.8	1.356	3.111	4.5	0.9	0.9	L1L2L3N
	FARO9	1	0.484	1.111	4.8	0.9	1	L1N
	ILL-BY9	0.35	0.17	0.389	1.8	0.9	1	L3N
	MATS9	1.2	0.581	1.333	5.7	0.9	0.5	L2N
	PRESA9	1	0.484	1.111	4.8	0.9	0.5	L2N
	QDT9	3.491	1.691	3.879	5.6	0.9	1	L1L2L3N
	VENT9	12.222	5.919	13.58	19.6	0.9	0.8	L1L2L3N

3 Determinazione della sezione dei cavi

La sezione ipotizzata per tutte le tratte a 1000V, oggetto di verifica, è pari a **1x150** mm² per fase. Le caratteristiche di tale cavo sono le seguenti:

Tipo di cavo	Formazione	Rd (Ω /km)	Xd (Ω /km)	Cd (μ F/km)	R0 (Ω /km)	X0 (Ω /km)	C0 (μ F/km)	Izmax (A)
FG10M1 0.6/1 kV	3x1x150	0.125	0.087	0.131	0.5	0.348	0.131	287

dove:

- Rd: resistenza alla sequenza diretta
- Xd: reattanza alla sequenza diretta
- Cd: capacità alla sequenza diretta
- R0: resistenza alla sequenza zero (omopolare)
- X0: reattanza alla sequenza zero (omopolare)
- C0: capacità alla sequenza zero (omopolare)
- Izmax: portata nominale del cavo (da tabella CEI-UNEL 36026)

Sulla base delle condizioni reali di posa si può considerare un fattore di riduzione della portata unitario e pertanto una portata reale pari a 287 A.

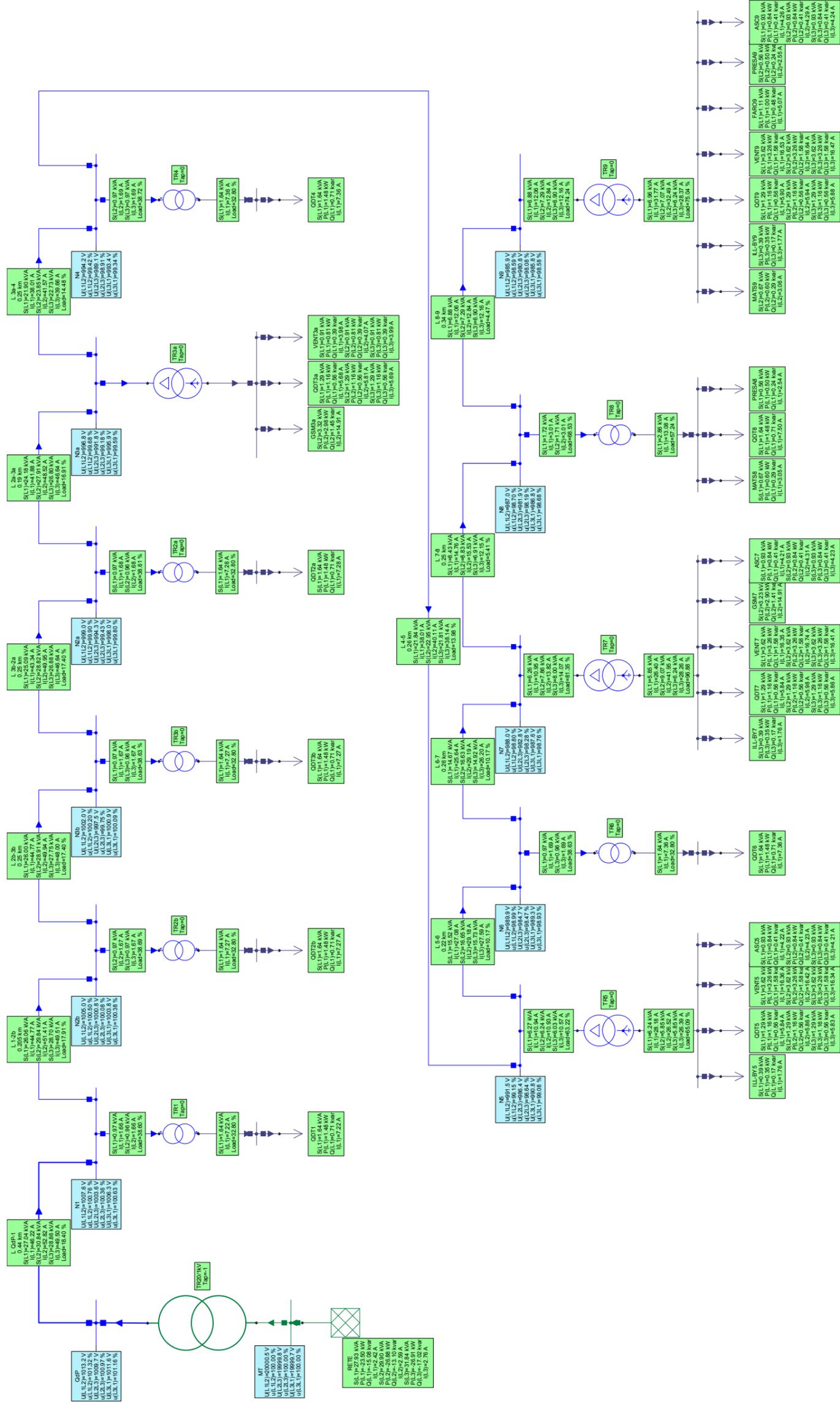
4 Verifica a sovraccarico e cadute di tensione

In Figura 2 sono riportati i risultati di calcolo di load flow, nelle ipotesi di cui sopra. In particolare si può notare quanto segue:

- le correnti sono inferiori alla portata del cavo con un ampio margine ($I_b \leq I_z$);
- la caduta di tensione a fondo linea, su ogni fase, è inferiore al limite previsto del 4% considerando anche la possibilità di regolare il rapporto spire del trasformatore 20/1kV.

L'andamento del profilo di tensione in queste condizioni è riportato in Figura 3 in termini percentuali rispetto alla tensione nominale di $1000/\sqrt{3}$ V, per ciascuna tensione stellata (u1, u2, u3).

Gli andamenti delle correnti in linea sulle tre fasi sono riportati in forma grafica in Figura 4.



Project:	Rete 1kV Bobino_2.neppj	created	
Variant:	Cw/1x150	changed	
		changed	
		changed	
		Date:	31-giu-2011
		NEPLAN	
		SINT Ingegneria Srl via C. Colombo, 106 36061-Bassano del Grappa (VI) www.sintingegneria.it	

Figura 2 - Risultati di load-flow

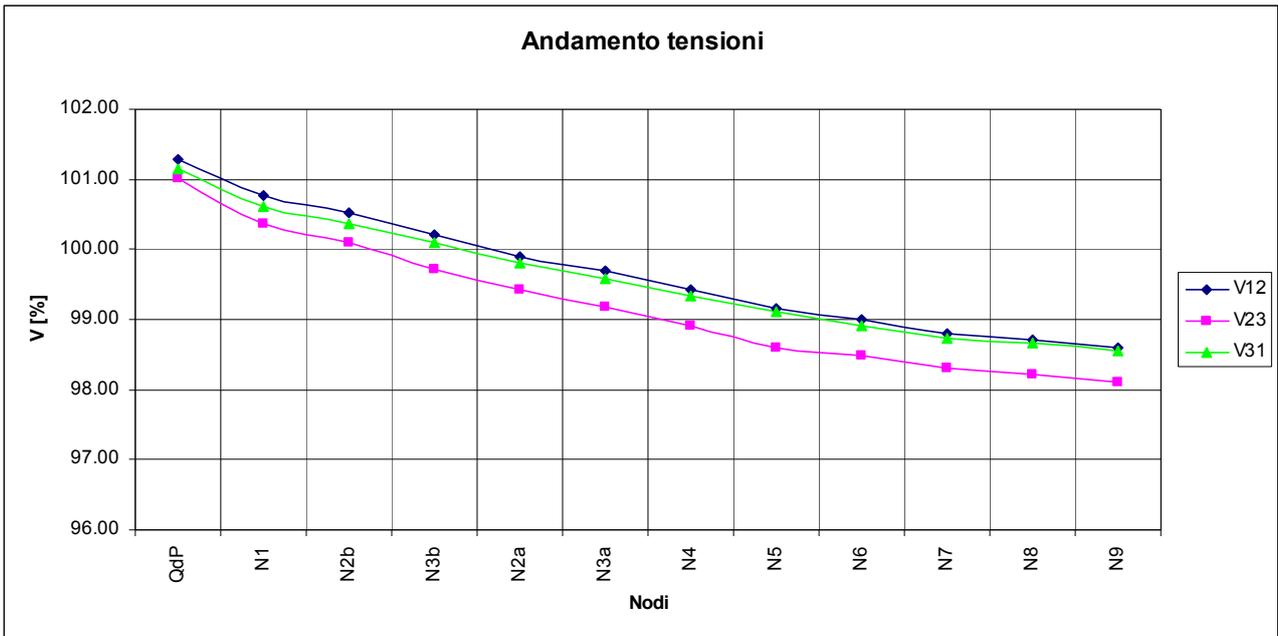


Figura 3 - Andamento tensioni

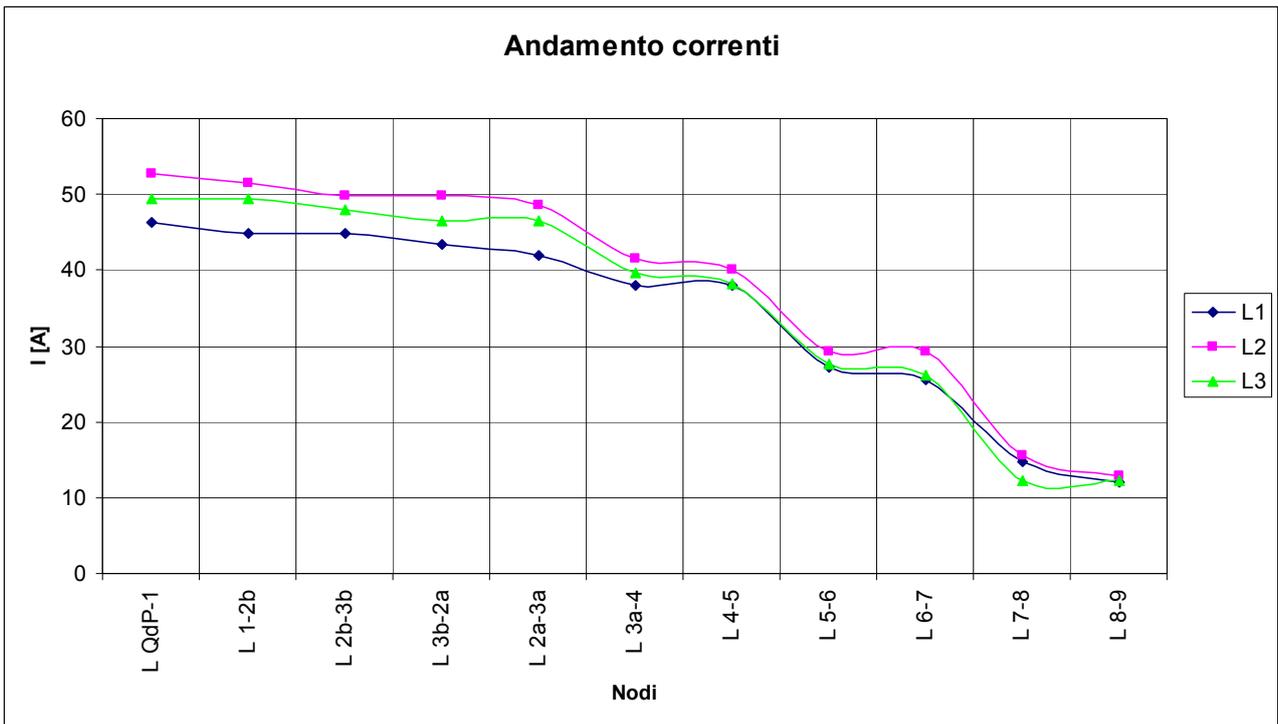


Figura 4 - Andamento correnti

5 Valutazioni sulle correnti di corto circuito

Di seguito sono illustrati i calcoli condotti, sulle dorsali a 1000 V, per la determinazione delle correnti di guasto, trifase, bifase e fase-terra (fase-PE), utilizzando il software già menzionato. La procedura di calcolo è in accordo alla norma IEC 60909 (CEI 11-25).

Si riportano in seguito i valori delle correnti di corto circuito ai nodi nelle seguenti condizioni:

- guasto trifase massimo
- guasto fase-fase minimo
- guasto fase-PE massimo

In particolare, i risultati di corto circuito fase-PE sono ottenuti attraverso l'impedenza alle sequenze della dorsale, in cui la sezione del conduttore di protezione è pari a quella del conduttore di fase.

I valori limite di corrente di guasto, in corrispondenza del QdP e dell'ultimo quadro di tratta consentono di definire un valore accettabile di taratura della soglia delle protezioni relative.

	Guasto trifase massimo	Guasto fase-fase minimo	Guasto fase-PE massimo
Nodo di guasto	$I_{k''}$ [kA]	$I_{k''}$ [kA]	$I_{k''}$ [kA]
QdP	2.157	1.688	0.064
N1	1.87	1.405	0.063
N2b	1.751	1.278	0.062
N3b	1.619	1.14	0.062
N2a	1.501	1.022	0.061
N3a	1.42	0.944	0.061
N4	1.323	0.855	0.06
N5	1.234	0.776	0.06
N6	1.166	0.719	0.059
N7	1.093	0.66	0.059
N8	1.03	0.61	0.058
N9	0.954	0.553	0.058

6 Verifica a corto circuito delle linee

Sulla base dei valori appena calcolati, la verifica della conduttura al corto circuito consiste nella valutazione dell'energia specifica passante in ciascuna linea, verificando che il tempo massimo di tenuta del cavo sia superiore al tempo di eliminazione del guasto. Quest'ultimo viene assunto cautelativamente pari a 500ms, anche se la taratura delle protezioni nei diversi QdT e nei QdP risulterà sicuramente inferiore.

La relazione valutata è:

$$K^2 S^2 > I^2 t$$

in cui il coefficiente K, per conduttori in rame e isolati in gomma può essere assunto pari a 143.

La tabella di verifica è pertanto quella di seguito riportata, dove si può notare che le tratte sono ampiamente protette.

Linea	S [mm ²]	K	K ² S ²	Ik" max [kA]	t [s]
L QdP-1	150	143	4.6E+08	2.157	98.89
L 1-2b	150	143	4.6E+08	1.87	131.57
L 2b-3b	150	143	4.6E+08	1.751	150.07
L 3b-2a	150	143	4.6E+08	1.619	175.53
L 2a-3a	150	143	4.6E+08	1.501	204.22
L 3a-4	150	143	4.6E+08	1.42	228.18
L 4-5	150	143	4.6E+08	1.323	262.87
L 5-6	150	143	4.6E+08	1.234	302.15
L 6-7	150	143	4.6E+08	1.166	338.42
L 7-8	150	143	4.6E+08	1.093	385.14
L 8-9	150	143	4.6E+08	1.03	433.69

7 Indicazioni taratura protezioni generali in QdT e QdP

Le protezioni lato 1000 V nei quadri di tratta, per le sezioni di ingresso e uscita (interruttori IA e IB con riferimento agli schemi dei quadri di tratta), e nelle partenze dai quadri di piazzale sono previste per il funzionamento in selettività logica (o logica accelerata).

Si prevedono quindi dei valori identici di taratura per tutte le soglie.

Si danno di seguito alcune indicazioni sulle possibili tarature, da verificare a cura dell'Impresa esecutrice o di chi effettuerà lo studio di selettività dell'intero sistema in fase costruttiva.

Sulla base della corrente effettivamente assorbita dai carichi e circolante nelle linee di dorsale, pari a circa 50 A, si può definire una taratura per il sovraccarico (51) attorno ai 100 A, tempo 0.7s e curva a tempo definito.

Per la protezione da corto circuito (50), si può impostare una soglia a tempo definito di 1000 A e tempo 100 ms, inferiore alla corrente di guasto trifase massimo, pari a circa 2100 A. Il tempo di taratura deriva dalla necessità di mantenere un ritardo necessario alla comunicazione del segnale di blocco per la logica accelerata.

Il valore della corrente di guasto bifase minimo a fondo linea, pari a circa 550 A, può essere

rilevata dalla protezione in corrispondenza della prima soglia.

Le tarature sono state verificate tenendo in considerazione l'inrush dei trasformatori. In particolare le correnti di inserzione di ciascun trasformatore bifase, collegato tra fase e fase, e trifase sono state combinate, con i rispettivi sfasamenti, nell'ipotesi di messa in servizio contemporaneo di tutti i trasformatori.

Si rappresenta in Figura 5 la curva di I-t, ricavata con le ipotesi appena descritte, relativamente alla corrente nella fase più caricata.

Si può osservare che non ci sono sovrapposizioni con la curva di taratura delle protezioni di massima corrente (50-51) per gli interruttori in esame, nel caso si adottino le impostazioni sopra suggerite.

La taratura per guasto a terra (51N) può essere fissata a 5 A (valore sufficientemente inferiore alla corrente di guasto fase-PE) con tempo di intervento 100 ms.

Per l'interruttore di trasformatore dei quadri di tratta:

- con trasformatore bifase, IT_GEN, la taratura di intervento termico è fissata al valore di $0.8I_n$ (16A), valore minimo impostabile, affidando la protezione per sovraccarico alla protezione generale a valle (in QdT) e alla centralina termometrica del trasformatore stesso. La taratura fissa della soglia magnetica è di 200A.
- con trasformatore trifase, IT_GEN, la taratura di intervento termico è fissata al valore di $1I_n$ (20A), affidando la protezione per sovraccarico alla protezione generale a valle (in QdT) e alla centralina termometrica del trasformatore stesso. La taratura fissa della soglia magnetica è di 200A.

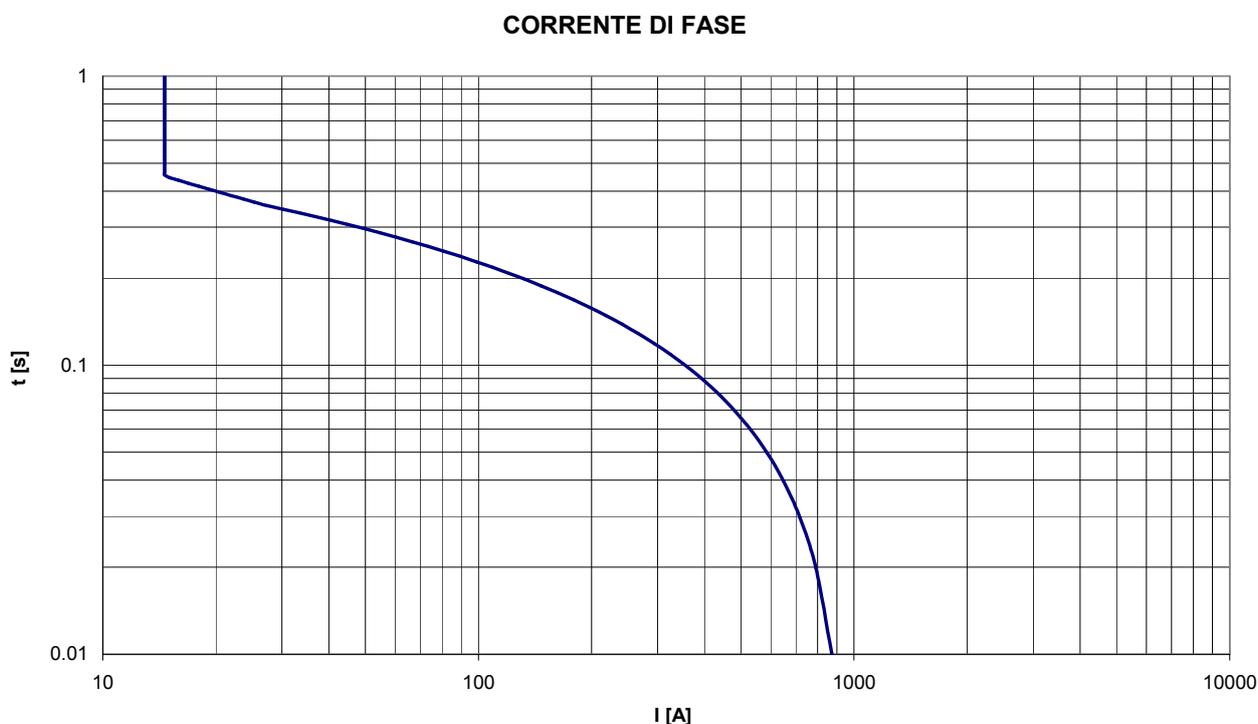


Figura 5 - Corrente di inrush trasformatori derivati dalla dorsale

ALLEGATO 3
DIMENSIONAMENTO RETE DI MEDIA TENSIONE (MT) GALLERIA BOLANO

1 Generalità

Nel presente allegato vengono riportati i risultati del calcolo per il dimensionamento delle linee in media tensione (MT), che costituiscono la rete di alimentazione dei sistemi LFM nelle gallerie ferroviarie lato Calabria.

La rete in esame, asservita alla galleria di Bolano, fa capo ai due nodi di alimentazione MT a 20kV di "Villa S. Giovanni" (ENEL) e "Gallico" (SSE RFI).

La rete è gestita a sbalzo, con alimentazione da un solo nodo, con possibilità di rialimentazione dall'altro in caso di fuori servizio del primo.

Nei calcoli che seguono sarà il caso di alimentazione da "Villa S. Giovanni".

Lo schema della rete allo studio è riportato in Figura 1.

I dati generali di ingresso sono i seguenti:

- tensione nominale 20.000 V ac;
- frequenza 50 Hz;
- massima caduta di tensione in media tensione: 2%

Nella suddetta figura e nelle tabelle che seguono verrà adottata la seguente simbologia per i quadri/nodi di rete:

Nome nodo	Tensione nominale (kV)	Descrizione
CAB BOLANO	20	Quadro MT "Piazzale di emergenza galleria Bolano verso opera di attraversamento"
BOLANO-BT	0.4	Quadro generale bt "Piazzale di emergenza galleria Bolano verso opera di attraversamento"
CAB INTERM.	20	Quadro MT "Cabina intermedia galleria Bolano"
INTERM.-BT	0.4	Quadro generale bt "Cabina intermedia galleria Bolano"
CAB V.S. GIOVANNI	20	Quadro MT "Piazzale di emergenza Villa S. Giovanni"
V.S. GIOVANNI-BT	0.4	Quadro generale bt "Piazzale di emergenza Villa S. Giovanni"
BOLANO NORD D	1	Binario "Dispari" dorsale 1000V galleria Bolano Nord
BOLANO NORD P	1	Binario "Pari" dorsale 1000V galleria Bolano Nord
BOLANO SUD D	1	Binario "Dispari" dorsale 1000V galleria Bolano Sud
BOLANO SUD P	1	Binario "Pari" dorsale 1000V galleria Bolano Sud

La distribuzione MT dell'infrastruttura calabrese è realizzata:

- tramite cavi di tipo RG7H1M1X 12/20 kV
- con posa a trifoglio entroavidotti interrati dedicati in PE.

La rete è costituita dalle seguenti linee:

Nome	Lunghezza (km)	N. di cavi per fase	Da nodo	A nodo
L BOL-INT	2.5	1	CAB BOLANO	CAB INTERM.
L INT-VSG	3.2	1	CAB INTERM.	CAB V.S. GIOVANNI

Nei calcoli che seguono è riportata anche la linea di collegamento tra la “Cabina intermedia” e il “Piazzale di emergenza Villa S. Giovanni”, che rimane comunque oggetto di altra progettazione.

Di seguito sono illustrati i criteri di dimensionamento adottati. La procedura prevede calcoli di load flow e corto circuito eseguiti tramite il software NEPLAN®, ver. 5.4.3, prodotto da BCP Zurigo.

2 Distribuzione trasformatori e carichi

Si riportano in seguito i dati relativi ai trasformatori presenti nella rete.

Nome	Nodo primario	Nodo secondario	Gruppo	Potenza nominale [kVA]	Tensione primaria [kV]	Tensione secondaria [kV]
BOLANO-TRBT	CAB BOLANO	BOLANO-BT	Dyn11	200	20	0.4
BOLANO-TR2	CAB BOLANO	BOLANO NORD D	Dyn11	200	20	1
BOLANO-TR1	CAB BOLANO	BOLANO NORD P	Dyn11	200	20	1
INTERM.-TR4	CAB INTERM.	BOLANO SUD D	Dyn11	200	20	1
INTERM.-TR3	CAB INTERM.	BOLANO SUD P	Dyn11	200	20	1
INTERM.-TRBT	CAB INTERM.	INTERM.-BT	Dyn11	200	20	0.4
INTERM.-TR2	CAB INTERM.	BOLANO NORD D	Dyn11	200	20	1
INTERM.-TR1	CAB INTERM.	BOLANO NORD P	Dyn11	200	20	1
V.S. GIOV-TR2	CAB V.S. GIOVANNI	BOLANO SUD D	Dyn11	200	20	1
V.S. GIOV-TR1	CAB V.S. GIOVANNI	BOLANO SUD P	Dyn11	200	20	1
V.S. GIOV-TRBT	CAB V.S. GIOVANNI	V.S. GIOVANNI-BT	Dyn11	200	20	0.4

Nella condizione di funzionamento di cui si è accennato sopra, le potenze richieste dai diversi carichi sono le seguenti:

Carichi	Potenza nominale kW	ku*kc	Potenza effettiva kW
Cabina MT/bt in Piazzale di Emergenza Bolano			
Servizi (L,FM di piazzale)	73	1	73
Impianti idrici	50	1	50
Impianti IS	40	1	40
Totale			163
impianti LFM / ventilazione by-pass Bolano nord	155	1	155
Totale			155
Cabina MT/bt intermedia			
Servizi (L,FM di cabina)	62	1	62
Impianti idrici	50	0.5	25
Totale			87
impianti LFM / ventilazione by-pass Bolano nord	155	0	0
impianti LFM / ventilazione by-pass Bolano sud	200	1	200
Totale			200
Cabina MT/bt in Piazzale di Emergenza V.S.Giovanni			
Servizi (L,FM di piazzale)	70	1	70
Impianti idrici	50	1	50
Impianti ferroviari	20	1	20
Totale			140
impianti LFM / ventilazione by-pass Bolano sud	200	0	0
Totale			0

Da cui, con riferimento al modello rappresentato in Figura 1, si riportano i carichi derivati dai trasformatori MT/bt:

Nodo	Nome	P [kW]	Q [kVAr]	S [kVA]	cosφ
BOLANO-BT	BOLANO_0.4kV	163	78.945	181.111	0.9
INTERM.-BT	INTERM. 0.4kV	87	42.136	96.667	0.9
V.S. GIOVANNI-BT	V.S. GIOVANNI 0.4kV	140	67.805	155.556	0.9
BOLANO NORD P	BOLANO NORD P	77.5	37.535	86.111	0.9
BOLANO NORD D	BOLANO NORD D	77.5	37.535	86.111	0.9
BOLANO SUD P	BOLANO SUD P	100	48.432	111.111	0.9
BOLANO SUD D	BOLANO SUD D	100	48.432	111.111	0.9

3 Determinazione della sezione dei cavi

La sezione ipotizzata per tutte le tratte MT, oggetto di verifica, è pari a **1x120 mm²** per fase.
Le caratteristiche di tale cavo sono le seguenti:

Tipo di cavo	Formazione	R_d	X_d	C_d	R_0	X_0	C_0	I_{zmax}	I_z (A)
		(Ω/km)	(Ω/km)	($\mu F/km$)	(Ω/km)	(Ω/km)	($\mu F/km$)	(A)	
RG7H1M1X 12/20 kV	3x1x120	0.154	0.12	0.25	1.003	0.546	0.25	360	295.2

dove:

- R_d : resistenza alla sequenza diretta
- X_d : reattanza alla sequenza diretta
- C_d : capacità alla sequenza diretta
- R_0 : resistenza alla sequenza zero (omopolare)
- X_0 : reattanza alla sequenza zero (omopolare)
- C_0 : capacità alla sequenza zero (omopolare)
- I_{zmax} : portata nominale del cavo
- I_z : portata reale del cavo ($I_z = I_{zmax} * k$ con $k = 0.82$)

I calcoli di verifica, secondo i criteri sopra esposti, sono di seguito presentati:

1) Verifica della condizione $I_b \leq I_z$ e delle cadute di tensione

Il risultato del calcolo del load flow è riportato in Figura 2.

Dai risultati ottenuti si deduce che:

- il massimo carico sulla linea in partenza dalla cabina "Piazzale di emergenza Bolano" è pari al 4.2 % della I_z
- le cadute di tensione nei nodi di media tensione sono contenute entro lo 0.1 %
- la caduta di tensione nei nodi di bassa tensione può essere limitata prevedendo la possibilità di regolare il rapporto di trasformazione a vuoto dei trasformatori MT/bt.

La taratura per sovraccarico della protezione di linea dovrà essere inferiore a 295 A.

Si noti che i cavi in esame risultano abbondantemente sovradimensionati, ma si ritiene opportuno prevedere la medesima sezione adottata nella rete siciliana per ragioni di fornitura degli stessi.

2) Verifica della tenuta al corto circuito

Nella configurazione di rete che porta alle massime correnti di corto circuito nei nodi, viene valutata l'energia specifica passante in ciascuna linea, verificando che il tempo massimo di tenuta del cavo sia superiore al tempo di eliminazione del guasto. Quest'ultimo viene assunto conservativamente pari ad 1 s.

La configurazione di rete considerata è quella in funzionamento normale.

La relazione valutata è:

$$K^2 S^2 > I_k^2 t$$

I risultati del calcolo delle correnti di corto circuito, eseguito in accordo alla norma IEC 60909-2001, per i nodi di interesse sono di seguito riportati.

Si considera un contributo al guasto trifase massimo al nodo di fornitura pari a 16kA.

Nodo	I_k (RST) (kA)
CAB BOLANO	16
CAB INTERM.	10.144
CAB V.S. GIOVANNI	6.825

La verifica sulla tenuta termica dei cavi è quindi la seguente:

Linea	S [mm ²]	K	I_k max [kA]	t_{max} [s] = $K^2 S^2 / I_k^2$	Verifica $t_{max} > 1$ s
L BOL-INT	120	143	16	1.15	Positiva
L INT-VSG	120	143	10.144	2.86	Positiva

ALLEGATO 4

DIMENSIONAMENTO VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI

**CABINA MT/BT IN PIAZZALE DI EMERGENZA VERSO OPERA DI ATTRAVERSAMENTO DI
GALLERIA BOLANO**

Titolo: **DIMENSIONAMENTO VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI**
LOCALE MT

Dati iniziali

Dati climatici esterni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	3,0	34	34
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	12,9	68,2	68,2

Dati climatici interni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	18,0	39	26
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	28,1	73,4	60,0

Dati geometrici	
Superficie locale (mq)	31,50
Altezza locale (m)	3,00
Volume (mc)	94,50

Potenza termica da smaltire periodo estivo

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne (annulate se potenze negative)

Apporti per irraggiamento	S Orientamento (mq)	Radiazione (W/mq)	Coef. Cor.			Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)	
Strutture vetrate	0,0 S	125	1,00			0,0	0,0	
Strutture vetrate	0,0 SO	162	1,00			0,0	0,0	
Strutture vetrate	0,0 E	183	1,00			0,0	0,0	
Strutture vetrate	0,0 N	106	1,00			0,0	0,0	
Apporti per trasmissione	S (mq)	U (W/mq*K)	ti vent. (°C)	te vent. (°C)	ti cndz. (°C)	te cndz. (°C)	Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
Vetri esterni	0,0	0,00	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	0,0
Pareti esterne	27,0	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	734,4
Soffitto esterno	31,5	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	856,8
Pavimento su terra	31,5	2,00	39,0	10,0	26,0	10,0	0,0	0,0
Solaio	0,0	0,00	39,0	15,0	26,0	15,0	0,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	5,0						0,0	79,6
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s vent. (kJ/mc)	Carico s cond. (kJ/mc)			Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
	94,50	0,5	-6,050	9,679			0,0	127,0
TOTALE (W)							0,0	1.797,8

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

Quadri	P (W)	Rendim. (p.u.)	F carico (p.u.)	Valore noto (W)	Ps (W)
Q_MT	540.000	0,999	0,65		351
Altri valori					Ps (W)
Armadi rack					300
Illuminazione e ausiliari					158
Valori noti					-
TOTALE (W)					809
Totale					
Totale (W)					809
Coefficiente di maggiorazione (%)					5
Totale maggiorato (W)					849
					2.606
					5
					2.737

Potenza termica da garantire periodo invernale

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne

Apporti per trasmissione	S Orientamento (mq)	Coeff espos.	U (W/mq*K)	ti (°C)	te (°C)	Pinv (W)
Vetri esterni	0,0	1,00		18,0	3,0	0,0
Pareti esterne	27,0 E	1,15	3,40	18,0	3,0	1.583,6
Soffitto esterno	31,5	1,00	3,40	18,0	3,0	1.606,5
Pavimento su terra	31,5	1,00	2,00	18,0	5,0	819,0
Solaio	0,0	1,00		18,0	10,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	10,0					400,9
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s (kJ/mc)			Pinv (W)
	94,50	0,5	18,387			241,3
TOTALE (W)						Pinv. 4.651,3

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

TOTALE (W)	-	809
Totale		Pinv
Totale (W)		3.843
Coefficiente di maggiorazione (%)		5
Totale maggiorato (W)		4.035

Climatizzazione con condizionatore in pompa di calore

Percentuale garantita da ogni condizionatore	100
Potenza sensibile frigorifera richiesta* (W)	2.737
Potenza di riscaldamento richiesta* (W)	4.035
Potenza sensibile frigorifera resa** (W)	3.780
Potenza di riscaldamento resa*** (W)	5.260
Potenza elettrica assorbita max (W)	3.200
Tensione/numero di fasi	230/1
Tipologia	condizionatore autonomo
Marca	Daikin
Modello	FHQ60B+RXS60F

*alle condizioni di progetto (vedi dati iniziali)

**aria interna 26°C 50% aria esterna 35°C

***aria interna 20°C aria esterna -5°C

Titolo: **IMPIANTO DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI
LOCALE TRASFORMATORE**

Dati iniziali

Dati climatici esterni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	3,0	34	34
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	12,9	68,2	68,2

Dati climatici interni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	18,0	39	26
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	28,1	73,4	60,0

Dati geometrici	
Superficie locale (mq)	42,00
Altezza locale (m)	3,00
Volume (mc)	126,00

Potenza termica da smaltire periodo estivo

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne (annullate se potenze negative)

Apporti per irraggiamento	S Orientamento (mq)	Radiazione (W/mq)	Coef. Cor.		Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)		
Strutture vetrate	0,0 S	125	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 SO	162	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 E	183	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 N	106	1,00		0,0	0,0		
Apporti per trasmissione								
	S (mq)	U (W/mq*K)	ti vent. (°C)	te vent. (°C)	ti cndz. (°C)	te cndz. (°C)	Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
Vetri esterni	0,0	0,00	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	0,0
Pareti esterne	36,0	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	979,2
Soffitto esterno	42,0	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	1.142,4
Pavimento su terra	42,0	2,00	39,0	10,0	26,0	10,0	0,0	0,0
Solaio	0,0	0,00	39,0	15,0	26,0	15,0	0,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	5,0						0,0	106,1
Apporti per ricambi naturali								
	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s vent. (kJ/mc)	Carico s cond. (kJ/mc)			Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
	126,00	0,5	-6,050	9,679			0,0	169,4
TOTALE (W)							Psest vent. 0,0	Psest cndz. 2.397,1

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

Trasformatori	PFe (W)	PCu (W)	F carico (p.u.)	Ps (W)	
Trasformatore 200 kVA	800	2.900	0,65	2.025	
Trasformatore 200 kVA	800	2.900	-	800	
Trasformatore 200 kVA	800	2.900	0,55	1.677	
Trasformatore 200 kVA	800	2.900	0,55	1.677	
Altri valori					
Armadi rack				-	
Illuminazione e ausiliari				210	
Valori noti				-	
TOTALE (W)					6.390

Totale	Totale (W)	Coefficiente di maggiorazione (%)	Totale maggiorato (W)
Totale (W)	6.390	8.787	
Coefficiente di maggiorazione (%)	5	5	
Totale maggiorato (W)	6.709	9.226	

Potenza termica da garantire periodo invernale

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne

Apporti per trasmissione	S Orientamento (mq)	Coeff espos.	U (W/mq*K)	ti (°C)	te (°C)	Pinv (W)
Vetri esterni	0,0	1,00		18,0	3,0	0,0
Pareti esterne	36,0 E	1,15	3,40	18,0	3,0	2.111,4
Soffitto esterno	42,0	1,00	3,40	18,0	3,0	2.142,0
Pavimento su terra	42,0	1,00	2,00	18,0	5,0	1.092,0
Solaio	0,0	1,00		18,0	10,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	10,0					534,5
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s (kJ/mc)			Pinv (W)
	126,00	0,5	18,387			321,8
TOTALE (W)						Pinv. 6.201,7

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

TOTALE (W)	-	6.390
Totale		Pinv
Totale (W)	-	188
Coefficiente di maggiorazione (%)		5
Totale maggiorato (W)	-	-

Raffreddamento con sola ventilazione con aria esterna

Calcolo portata d'aria di ventilazione

Temperatura media (°C)	36,5
Densità dell'aria (kg/mc)	1,14
Calore specifico dell'aria (kJ/kg K)	1,03
Portata aria di ventilazione (mc/s)	1,15
Volume locale (mc)	126,00
Numero ricambi (vol/h)	33

Ventilazione forzata

Numero di ventilatori in funzione	2
Portata aria ventilatore (mc/h)	2.063
Perdita di carico bocchetta aspirazione (Pa)	35,0
Perdita di carico bocchetta espulsione (Pa)	25,0
Metri di canale (m)	0,0
Perdita di carico lineare canale (Pa/m)	0,0
Perdite di carico concentrate (Pa)	15,0
Prevalenza ventilatore (Pa)	75,0
Marca	Systemair
Modello	KVE-DK 350 M4
Accessori	Regolatore di velocità, serranda di sovrappressione

Titolo: **IMPIANTO DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI
LOCALE BT**

Dati iniziali

Dati climatici esterni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	3,0	34	34
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	12,9	68,2	68,2

Dati climatici interni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	18,0	39	26
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	28,1	73,4	60,0

Dati geometrici	
Superficie locale (mq)	28,00
Altezza locale (m)	3,00
Volume (mc)	84,00

Potenza termica da smaltire periodo estivo

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne (annulate se potenze negative)

Apporti per irraggiamento	S Orientamento (mq)	Radiazione (W/mq)	Coef. Cor.		Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)		
Strutture vetrate	0,0 S	125	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 SO	162	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 E	183	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 N	106	1,00		0,0	0,0		
Apporti per trasmissione	S (mq)	U (W/mq*K)	ti vent. (°C)	te vent. (°C)	ti cndz. (°C)	te cndz. (°C)	Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
Vetri esterni	0,0	0,00	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	0,0
Pareti esterne	24,0	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	652,8
Soffitto esterno	28,0	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	761,6
Pavimento su terra	28,0	2,00	39,0	10,0	26,0	10,0	0,0	0,0
Solaio	0,0	0,00	39,0	15,0	26,0	15,0	0,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	5,0						0,0	70,7
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s vent. (kJ/mc)	Carico s cond. (kJ/mc)			Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
	84,00	0,5	-6,050	9,679			0,0	112,9
TOTALE (W)							Psest vent. 0,0	Psest cndz. 1.598,0

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

Apparecchiature	P (W)	Rendim. (p.u.)	F carico (p.u.)		Ps (W)
UPS 1	27.000	0,90	0,35		945
UPS 2	27.000	0,90	0,35		945
Quadri	P (W)	Rendim. (p.u.)	F carico (p.u.)	Valore noto (W)	Ps (W)
Q_BT	130.000	0,997	1,00	-	390
QdP	200.000	0,997	1,00	-	600
Altri valori					Ps (W)
Armadi rack					800
Illuminazione e ausiliari					140
Valori noti					
TOTALE (W)					3.820
Totale					
Totale (W)					3.820
Coefficiente di maggiorazione (%)					5
Totale maggiorato (W)					4.011
					5.689

Potenza termica da garantire periodo invernale

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne

Apporti per trasmissione	S Orientamento (mq)	Coeff espos.	U (W/mq*K)	ti (°C)	te (°C)	Pinv (W)
Vetri esterni	0,0	1,00		18,0	3,0	0,0
Pareti esterne	24,0 E	1,15	3,40	18,0	3,0	1.407,6
Soffitto esterno	28,0	1,00	3,40	18,0	3,0	1.428,0
Pavimento su terra	28,0	1,00	2,00	18,0	5,0	728,0
Solaio	0,0	1,00		18,0	10,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	10,0					356,4
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s (kJ/mc)			Pinv (W)
	84,00	0,5	18,387			214,5
TOTALE (W)						Pinv. 4.134,5

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

TOTALE (W)	-	3.820
Totale		Pinv
Totale (W)		314
Coefficiente di maggiorazione (%)		5
Totale maggiorato (W)		330

Climatizzazione con condizionatore in pompa di calore

Percentuale garantita da ogni condizionatore	90
Potenza sensibile frigorifera richiesta* (W)	5.120
Potenza di riscaldamento richiesta* (W)	297
Potenza sensibile frigorifera resa** (W)	5.185
Potenza di riscaldamento resa*** (W)	6.200
Potenza elettrica assorbita max (W)	3.500
Tensione/numero di fasi	230/1
Tipologia	condizionatore autonomo
Marca	Daikin
Modello	FHQ71B+RZQ71D

*alle condizioni di progetto (vedi dati iniziali)

**aria interna 26°C 50% aria esterna 35°C

***aria interna 20°C aria esterna -5°C

Titolo: **IMPIANTO DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI**
LOCALE SISTEMI DI TRASMISSIONI

Dati iniziali

Dati climatici esterni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	3,0	34	34
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	12,9	68,2	68,2

Dati climatici interni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	18,0	39	26
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	28,1	73,4	60,0

Dati geometrici	
Superficie locale (mq)	42,00
Altezza locale (m)	3,00
Volume (mc)	126,00

Potenza termica da smaltire periodo estivo

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne (annulate se potenze negative)

Apporti per irraggiamento	S Orientamento (mq)	Radiazione (W/mq)	Coef. Cor.		Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)		
Strutture vetrate	0,0 S	125	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 SO	162	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 E	183	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 N	106	1,00		0,0	0,0		
Apporti per trasmissione	S (mq)	U (W/mq*K)	ti vent. (°C)	te vent. (°C)	ti cndz. (°C)	te cndz. (°C)	Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
Vetri esterni	0,0	0,00	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	0,0
Pareti esterne	36,0	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	979,2
Soffitto esterno	42,0	3,40	39,0	34,0	26,0	34,0	0,0	1.142,4
Pavimento su terra	42,0	2,00	39,0	10,0	26,0	10,0	0,0	0,0
Solaio	0,0	0,00	39,0	15,0	26,0	15,0	0,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	5,0						0,0	106,1
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s vent. (kJ/mc)	Carico s cond. (kJ/mc)			Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
	126,00	0,5	-6,050	9,679			0,0	169,4
TOTALE (W)							Psest vent. 0,0	Psest cndz. 2.397,1

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

Altri valori	Ps (W)
Armadi rack	10.200
Illuminazione e ausiliari	210
Valori noti	100
TOTALE (W)	10.510
Totale	
Totale (W)	10.510
Coefficiente di maggiorazione (%)	5
Totale maggiorato (W)	11.036
	12.907
	13.552

Potenza termica da garantire periodo invernale

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne

Apporti per trasmissione	S Orientamento (mq)	Coeff espos.	U (W/mq*K)	ti (°C)	te (°C)	Pinv (W)
Vetri esterni	0,0	1,00		18,0	3,0	0,0
Pareti esterne	36,0 E	1,15	3,40	18,0	3,0	2.111,4
Soffitto esterno	42,0	1,00	3,40	18,0	3,0	2.142,0
Pavimento su terra	42,0	1,00	2,00	18,0	5,0	1.092,0
Solaio	0,0	1,00		18,0	10,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	10,0					534,5
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s (kJ/mc)			Pinv (W)
	126,00	0,5	18,387			321,8
TOTALE (W)						Pinv. 6.201,7

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

TOTALE (W) - 10.510

Totale	Pinv
Totale (W)	- 4.308
Coefficiente di maggiorazione (%)	5
Totale maggiorato (W)	-

Climatizzazione con condizionatore in pompa di calore

Percentuale garantita da ogni condizionatore	65
Potenza sensibile frigorifera richiesta* (W)	8.809
Potenza di riscaldamento richiesta* (W)	0
Potenza sensibile frigorifera resa** (W)	9.075
Potenza di riscaldamento resa*** (W)	10.700
Potenza elettrica assorbita max (W)	5.800
Tensione/numero di fasi	230/1
Tipologia	condizionatore autonomo
Marca	Daikin
Modello	FHQ125B+RZQ125D

*alle condizioni di progetto (vedi dati iniziali)

**aria interna 26°C 50% aria esterna 35°C

***aria interna 20°C aria esterna -5°C

Titolo: **IMPIANTO DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI**
LOCALE APPARATI IS

Dati iniziali

Dati climatici esterni		inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)		3,0	34	34
Umidità assoluta (g/kg)		3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)		12,9	68,2	68,2
Dati climatici interni		inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)		18,0	26	27
Umidità assoluta (g/kg)		3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)		28,1	60,0	61,0
Dati geometrici				
Superficie locale (mq)		56,00		
Altezza locale (m)		3,00		
Volume (mc)		168,00		

Potenza termica da smaltire periodo estivo

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne (annulate se potenze negative)

Apporti per irraggiamento	S Orientamento		Radiazione (W/mq)	Coef. Cor.			Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)	
	(mq)								
Strutture vetrate	0,0	S	125	1,00			0,0	0,0	
Strutture vetrate	0,0	SO	162	1,00			0,0	0,0	
Strutture vetrate	0,0	E	183	1,00			0,0	0,0	
Strutture vetrate	0,0	N	106	1,00			0,0	0,0	
Apporti per trasmissione		S	U	ti vent.	te vent.	ti cndz.	te cndz.	Psest vent.	Psest cndz.
		(mq)	(W/mq*K)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(W)	(W)
Vetri esterni		0,0	0,00	26,0	34,0	27,0	34,0	0,0	0,0
Pareti esterne		69,0	3,40	26,0	34,0	27,0	34,0	1.876,8	1.642,2
Soffitto esterno		56,0	3,40	26,0	34,0	27,0	34,0	1.523,2	1.332,8
Pavimento su terra		56,0	2,00	26,0	10,0	27,0	10,0	0,0	0,0
Solaio		0,0	0,00	26,0	15,0	27,0	15,0	0,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)		5,0						170,0	148,8
Apporti per ricambi naturali		Volume	Ricambi	Carico s vent.	Carico s cond.			Psest vent.	Psest cndz.
		(mc)	(Vol/h)	(kJ/mc)	(kJ/mc)			(W)	(W)
		168,00	0,5	9,679	8,469			225,9	197,6
TOTALE (W)								3.795,9	3.321,4

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

Altri valori									Ps (W)
Armadi rack									31.000
Illuminazione e ausiliari									280
Valori noti									100
TOTALE (W)									31.380
Totale									
Totale (W)								35.176	34.701
Coefficiente di maggiorazione (%)								5	5
Totale maggiorato (W)								36.935	36.436

Potenza termica da garantire periodo invernale

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne

Apporti per trasmissione	S Orientamento (mq)	Coeff espos.	U (W/mq*K)	ti (°C)	te (°C)	Pinv (W)
Vetri esterni	0,0	1,00		18,0	3,0	0,0
Pareti esterne	69,0 E	1,15	3,40	18,0	3,0	4.046,9
Soffitto esterno	56,0	1,00	3,40	18,0	3,0	2.856,0
Pavimento su terra	56,0	1,00	2,00	18,0	5,0	1.456,0
Solaio	0,0	1,00		18,0	10,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	10,0					835,9
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s (kJ/mc)			Pinv (W)
	168,00	0,5	18,387			429,0
TOTALE (W)						Pinv. 9.623,8

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

TOTALE (W)	-	31.380
------------	---	--------

Totale		Pinv
Totale (W)	-	21.756
Coefficiente di maggiorazione (%)		5
Totale maggiorato (W)	-	-

Climatizzazione con condizionatore corredato di resistenza elettrica per eventuale riscaldamento

Percentuale garantita da ogni condizionatore	25
Potenza sensibile frigorifera richiesta* (W)	9.109
Potenza di riscaldamento richiesta* (W)	0
Potenza sensibile frigorifera resa** (W)	9.075
Potenza di riscaldamento resa*** (W)	10.700
Potenza elettrica assorbita max (W)	5.800
Tensione/numero di fasi	230/1
Tipologia	condizionatore autonomo
Marca	Daikin
Modello	FHQ125B+RZQ125D

*alle condizioni di progetto (vedi dati iniziali)

**aria interna 26°C 50% aria esterna 35°C

***aria interna 20°C aria esterna -5°C

Titolo: **IMPIANTO DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI
LOCALE BATTERIE E SIAF**

Dati iniziali

Dati climatici esterni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	3,0	19	34
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	12,9	52,8	68,2

Dati climatici interni	inv.	est. per vent.	est. per cndz.
Temperatura (°C)	18,0	26	27
Umidità assoluta (g/kg)	3,98	13,35	13,35
Entalpia (kJ/kg)	28,1	60,0	61,0

Dati geometrici	
Superficie locale (mq)	35,00
Altezza locale (m)	3,00
Volume (mc)	105,00

Potenza termica da smaltire periodo estivo

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne (annullate se potenze negative)

Apporti per irraggiamento	S Orientamento (mq)	Radiazione (W/mq)	Coef. Cor.		Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)		
Strutture vetrate	0,0 S	125	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 SO	162	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 E	183	1,00		0,0	0,0		
Strutture vetrate	0,0 N	106	1,00		0,0	0,0		
Apporti per trasmissione	S (mq)	U (W/mq*K)	ti vent. (°C)	te vent. (°C)	ti cndz. (°C)	te cndz. (°C)	Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
Vetri esterni	0,0	0,00	26,0	19,0	27,0	34,0	0,0	0,0
Pareti esterne	30,0	3,40	26,0	19,0	27,0	34,0	0,0	714,0
Soffitto esterno	35,0	3,40	26,0	19,0	27,0	34,0	0,0	833,0
Pavimento su terra	35,0	2,00	26,0	10,0	27,0	10,0	0,0	0,0
Solaio	0,0	0,00	26,0	15,0	27,0	15,0	0,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	5,0						0,0	77,4
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s vent. (kJ/mc)	Carico s cond. (kJ/mc)			Psest vent. (W)	Psest cndz. (W)
	105,00	1,0	-8,469	8,469			0,0	247,0
TOTALE (W)							Psest vent. 0,0	Psest cndz. 1.871,4

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

Altri valori	Ps (W)
Armadi rack	8.000
Illuminazione e ausiliari	175
Valori noti	100
TOTALE (W)	8.275
Totale	
Totale (W)	8.275
Coefficiente di maggiorazione (%)	5
Totale maggiorato (W)	8.689
	10.146
	10.654

Potenza termica da garantire periodo invernale

Potenza termica dovuta alle condizioni climatiche esterne

Apporti per trasmissione	S Orientamento (mq)	Coeff espos.	U (W/mq*K)	ti (°C)	te (°C)	Pinv (W)
Vetri esterni	0,0	1,00		18,0	3,0	0,0
Pareti esterne	30,0 E	1,15	3,40	18,0	3,0	1.759,5
Soffitto esterno	35,0	1,00	3,40	18,0	3,0	1.785,0
Pavimento su terra	35,0	1,00	2,00	18,0	5,0	910,0
Solaio	0,0	1,00		18,0	10,0	0,0
Incidenza ponti termici (%)	10,0					445,5
Apporti per ricambi naturali	Volume (mc)	Ricambi (Vol/h)	Carico s (kJ/mc)			Pinv (W)
	105,00	1,0	18,387			536,3

TOTALE (W)

Pinv.
5.436,2

Potenza termica dovuta alle apparecchiature

TOTALE (W) - 8.275

Totale	Pinv
Totale (W)	- 2.839
Coefficiente di maggiorazione (%)	5
Totale maggiorato (W)	-

Raffreddamento con sola ventilazione con aria esterna

Calcolo portata d'aria di ventilazione

Temperatura media (°C)	22,5
Densità dell'aria (kg/mc)	1,19
Calore specifico dell'aria (kJ/kg K)	1,03
Portata aria di ventilazione (mc/s)	1,01
Volume locale (mc)	105,00
Numero ricambi (vol/h)	35

Ventilazione forzata

Numero di ventilatori in funzione	2
Portata aria ventilatore (mc/h)	1.822
Perdita di carico bocchetta aspirazione (Pa)	35,0
Perdita di carico bocchetta espulsione (Pa)	25,0
Metri di canale (m)	0,0
Perdita di carico lineare canale (Pa/m)	0,0
Perdite di carico concentrate (Pa)	15,0
Prevalenza ventilatore (Pa)	75,0
Marca	Systemair
Modello	KVE-DK 350 M4
Accessori	Regolatore di velocità, serranda di sovrappressione

Climatizzazione con condizionatore autonomo

Percentuale garantita da ogni condizionatore	48
Potenza sensibile frigorifera richiesta* (W)	5.114
Potenza di riscaldamento richiesta* (W)	0
Potenza sensibile frigorifera resa** (W)	5.185
Potenza di riscaldamento resa*** (W)	6.200
Potenza elettrica assorbita max (W)	3.500
Tensione/numero di fasi	230/1
Tipologia	condizionatore autonomo
Marca	Daikin
Modello	FHQ71B+RZQ71D

*alle condizioni di progetto (vedi dati iniziali)

**aria interna 26°C 50% aria esterna 35°C

***aria interna 20°C aria esterna -5°C

ALLEGATO 5
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELL'IMPIANTO DI TERRA

1 Generalità

Nella presente sezione vengono illustrati i calcoli di verifica dell'impianto di terra di cabina, secondo le modalità descritte nella relazione di calcolo.

In particolare i calcoli eseguiti riguardano:

- Verifica del dispersore: calcolo della tensione totale di terra UE e confronto con il limite ammesso per le tensioni di contatto Utp. Qualora necessario sarà effettuata la verifica delle tensioni di contatto e passo;
- Impianto di terra interno: dimensionamento termico dei principali conduttori.

2 Verifica dispersore

L'ipotesi di partenza per la verifica del dispersore di cabina è l'utilizzo di un conduttore di rame di sezione 35 mm², posto lungo il perimetro della singola cabina ad una distanza di 1 m rispetto al sedime esterno del fabbricato tecnologico.

La profondità di interramento prevista è di 0.5 m.

Il dispersore è composto inoltre da picchetti, di lunghezza 2 m, posti agli angoli del dispersore ed in corrispondenza della mezzeria dei lati lunghi della cabina stessa.

Le cabine oggetto di verifica sono suddivise nelle seguenti tipologie:

Sigla		Dimensioni	
		A [m]	B [m]
PB	Piazzale di Emergenza galleria Bolano verso Opera di Attraversamento	54	7
PE	Piazzale di Emergenza galleria S. Agata verso Opera di Attraversamento	45	7
PM	Posto di Manutenzione	45	13
CC	Cabina intermedia di galleria S. Cecilia	37	7
ME	Piazzale di Emergenza galleria S. Cecilia verso Stazione di Messina	45	7

Nel caso specifico la cabina, a servizio del tunnel di cui trattasi è la cabina PB

In assenza di dati specifici, si assume un valore di resistività del terreno ρ_E pari a 200 Ω m (valore medio).

Per le diverse cabine sono stati esaminati i seguenti casi di studio:

- rete MT a neutro compensato;
- rete MT a neutro isolato.

Con riferimento a dei valori tipici per le correnti di guasto monofase a terra (I_E) ed alle tarature tipiche delle protezioni MT (rif. CEI 0-16), i limiti delle tensioni di contatto e di passo assumono i seguenti valori:

	I_E [A]	t_f [ms]
neutro compensato	50	450
neutro isolato	150	170

Il tempo d'intervento (t_f) indicato nella tabella si intende comprensivo del tempo di apertura dell'interruttore, fino alla completa estinzione della corrente di guasto.

All'impianto di terra in cabina, saranno inoltre connessi dei conduttori di protezione per il collegamento delle utenze di galleria, alimentate dalla cabina stessa, costituiti da conduttori isolati con cavo N07G9-K posati nei cavidotti LFM.

Inoltre, all'impianto di terra in cabina verranno collegati n. 2 dispersori lineari di lunghezza 100 m, costituiti da conduttore di rame di sezione 35 mm². Al fine di rappresentare nel modo più fedele la rete, tali dispersori saranno modellizzati come due elettrodi aventi lo stesso potenziale del dispersore di cabina.

1.1 Cabina Piazzale di Emergenza galleria Bolano verso Opera di Attraversamento

Il modello implementato è il seguente:

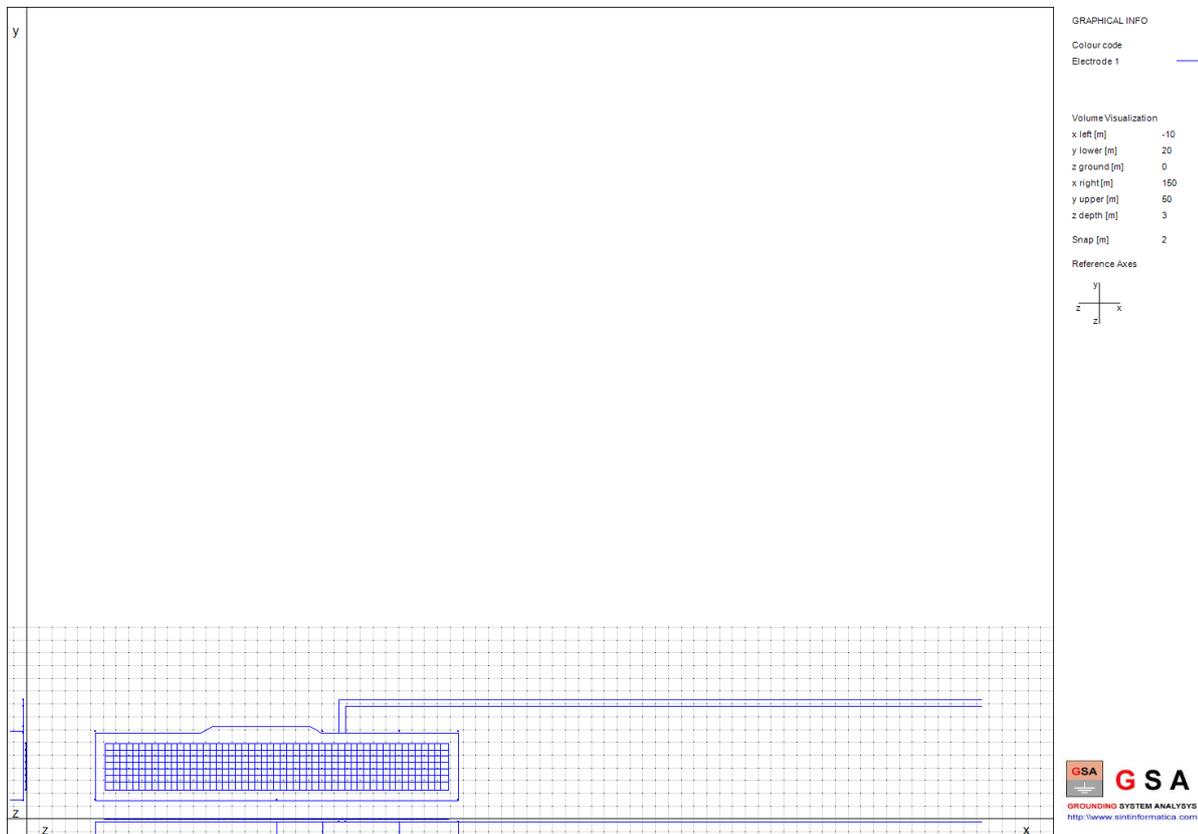


Figura 1 - Modello dispersore di cabina

Con rete a neutro compensato:

$$I_E = 50 \text{ A}$$

$$t_f = 450 \text{ ms}$$

I risultati sono di seguito riportati:

Neutro compensato	
R_E [Ω]	2,02
U_E [V]	101
U_{tp} [V]	248
U_{sp} [V]	744

La tensione totale di terra U_E è inferiore ai limiti imposti dalla Norma CEI11.1 relativamente alle tensioni di contatto (U_{tp}) e di passo e (U_{sp}), per cui non sarà necessaria la verifica delle tensioni di passo e contatto.

Con rete a neutro isolato:

$$I_E = 150 \text{ A}$$

$$t_f = 170 \text{ ms}$$

I risultati sono di seguito riportati:

Neutro isolato	
R_E [Ω]	2,02
U_E [V]	303
U_{tp} [V]	546,2
U_{sp} [V]	1638,6

La tensione totale di terra U_E è inferiore ai limiti imposti dalla Norma CEI11.1 relativamente alle tensioni di contatto (U_{tp}) e di passo e (U_{sp}), per cui non sarà necessaria la verifica delle tensioni di passo e contatto.

Nel seguito si riportano, per completezza e con riferimento al caso di neutro compensato (situazione più probabile), i seguenti grafici prodotti dal software di calcolo:

- distribuzione 3D dei valori di φ (potenziali sulla superficie del terreno) calcolati;
- curve di livello equipotenziali della distribuzione dei valori di φ ;
- confronto tra tensioni di contatto e di passo ed i relativi limiti ammessi;
- distribuzione 3D delle tensioni di contatto;
- distribuzione delle tensioni di contatto e di passo lungo la direttrice di calcolo (posta al centro della cabina e parallela al lato maggiore).

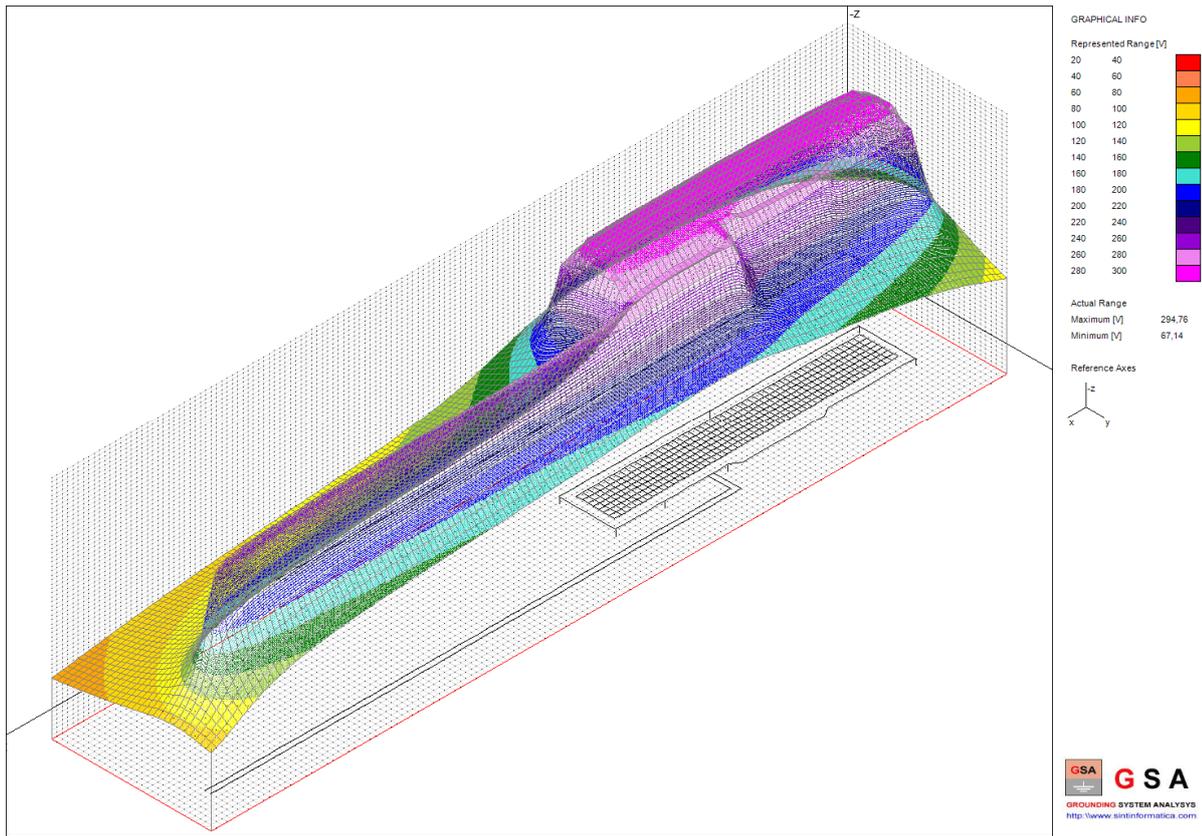


Figura 2 - Distribuzione dei potenziali sulla superficie del terreno (rappresentazione 3D)

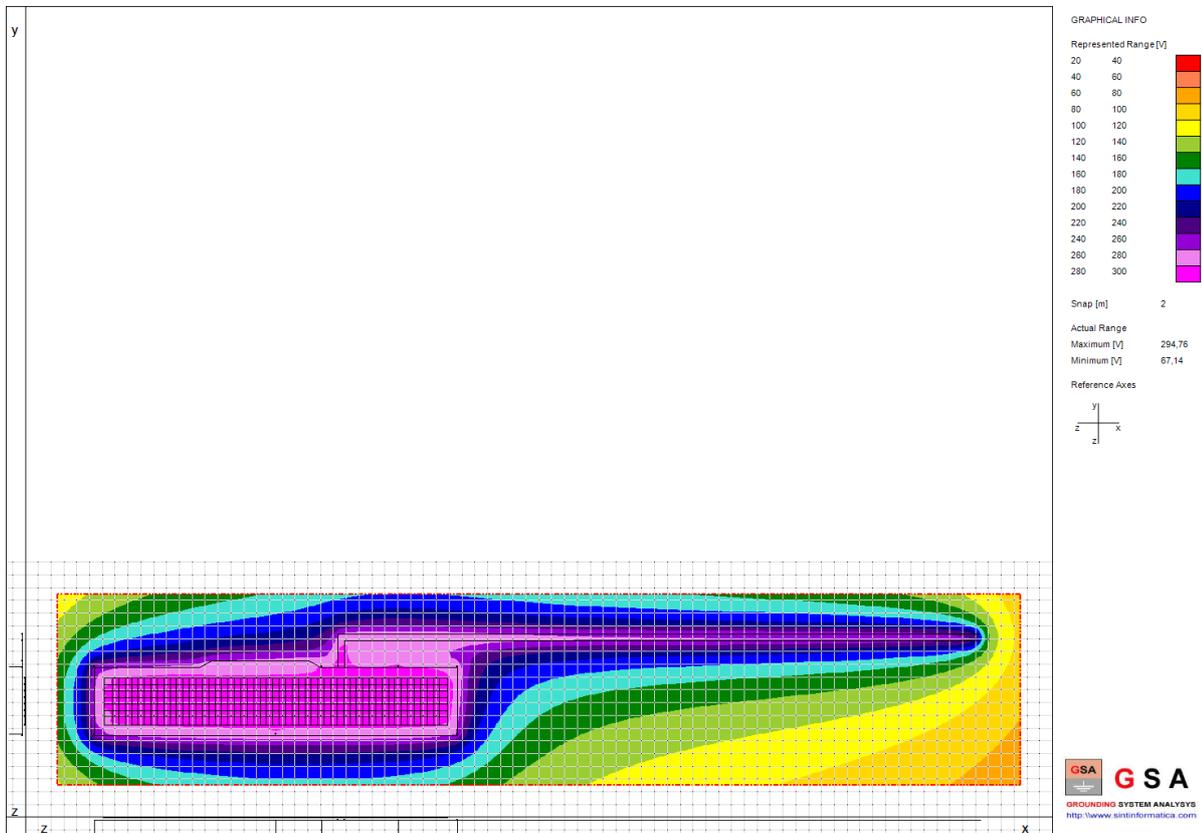


Figura 3 - Distribuzione dei potenziali sulla superficie del terreno (rappresentazione 2D)

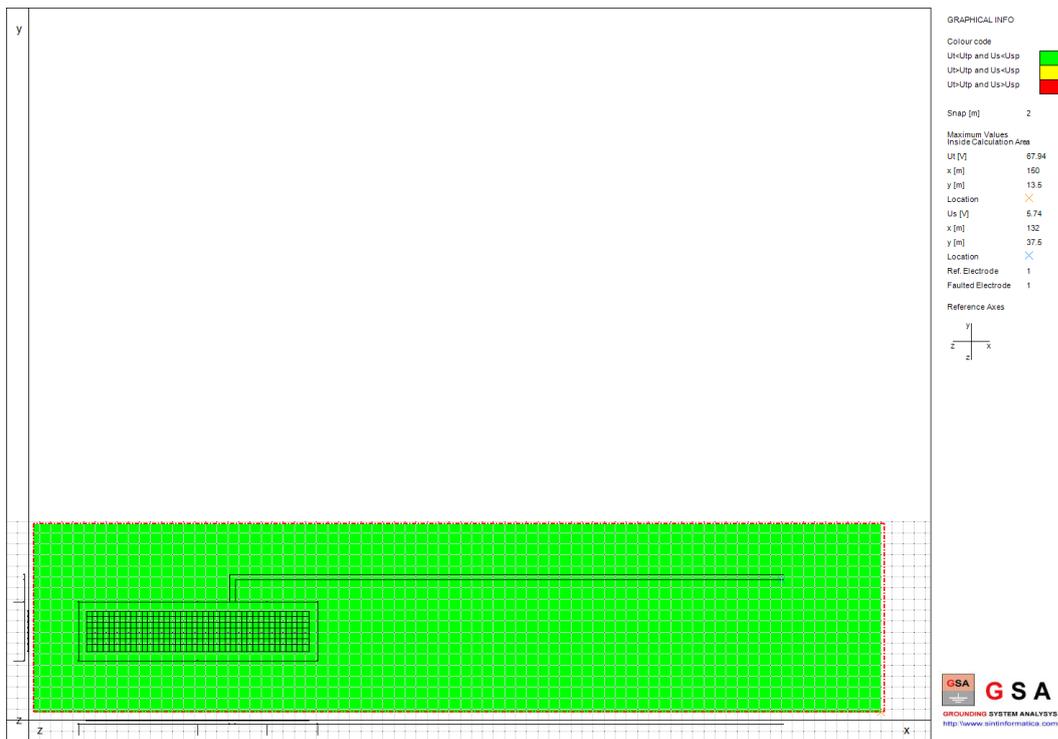


Figura 4 - Confronto tra tensioni di contatto e di passo ed i relativi limiti ammessi

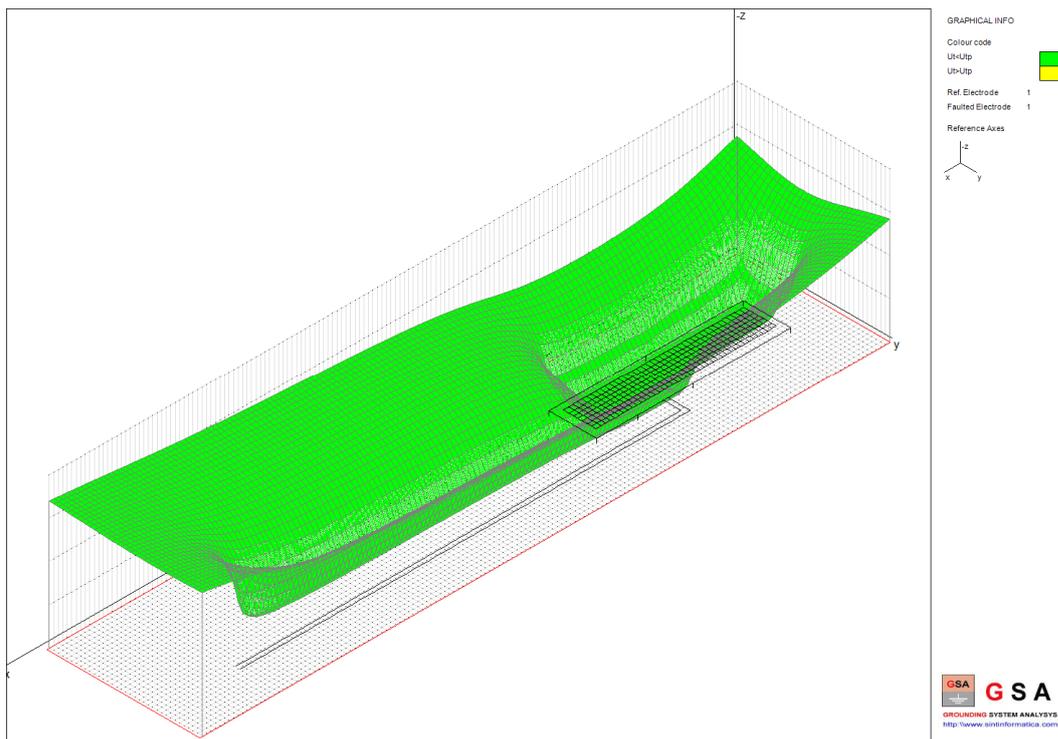


Figura 5 - Distribuzione delle tensioni di contatto e confronto con i limiti ammessi (rapp. 3D)

3 Dimensionamento impianto di terra interno

Si riportano di seguito i calcoli di dimensionamento dei principali conduttori di terra e di protezione che compongono l'impianto di terra all'interno della cabina.

I trasformatori installati nella cabina di Piazzale di Emergenza galleria Bolano verso Opera di Attraversamento hanno taglia massima pari a 200 kVA (sia con tensioni nominali V_{1n}/V_{2n} di 20/1 kV che per 20/0.4 kV)

In particolare, al fine del calcolo dell'integrale di Joule, il coefficiente Kt per conduttori in rame e isolati in coma G9 è ricavato nella tabella seguente, date le temperature iniziali e finali (rif CEI 64-8/5 – tab.54B CEI 11-1 – Allegato B):

Parametro	Rame isolato G9
θ_f	250
θ_i	30
β	234.5
K	226
Kt	175.8

Per trasformatori di taglia massima fino a 200 kVA – 20/1 kV

Funzionamento da rete		
Dati di ingresso		
Trasformatore MT/bt		
Tensione nominale primario V1n [V]	20.000	
Tensione nominale secondario V2n [V]	1.000	
Potenza nominale [kVA]	200	
Impedenza di cto cto [%]	6,00	
Zcc [ohm]	0,3000	
Corrente di guasto trifase I _k [A]	2.116,95	
Dati impianto		
Impedenza cavo trasf-QBT [ohm]	-	
Kt CT1	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Kt CT2	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Kt PE1	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Kt PE2	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Guasto a terra lato MT (con rif. A tensione V1n)		
Corrente di doppio guasto a terra lato MT [A] con rete a neutro compensato I _{KEE}	13.856,41	
Tempo di intervento della protezione [s]	0,12	
I ² t	2,30E+07	
Guasto fase-terra lato bt		
Corrente di guasto a terra lato bt [A]	2.116,95	
Corrente di guasto lato bt trasferita lato MT [A]	61,11	
Tempo di intervento della protezione MT [s] (eliminazione del guasto)	0,50	
I ² t	2,24E+06	
Guasto fase-terra a valle del quadro bt		
Corrente di guasto a valle dell'interruttore generale [A]	2.116,95	
Tempo di intervento della protezione [s]	0,150	
I ² t	6,72E+05	
Calcolo sezioni		
	Sezione [mm²]	
Carcassa TR-Collettore (CT1)	27,30	
Collettore-Dispersore (CT2)	27,30	
Neutro-Collettore (PE1)	8,51	
Quadro bt-Collettore (PE2)	4,66	
Carcassa QMT - Collettore	27,30	
Sezioni commerciali scelte		
	Sezione [mm²]	Verifica
Carcassa TR-Collettore (CT1)	35,00	OK
Collettore-Dispersore (CT2)	35,00	OK
Neutro-Collettore (PE1)	35,00	OK
Quadro bt-Collettore (PE2)	35,00	OK
Carcassa QMT - Collettore	35,00	OK

Per trasformatori di taglia massima fino a 200 kVA – 20/0.4 kV

Funzionamento da rete		
Dati di ingresso		
Trasformatore MT/bt		
Tensione nominale primario V1n [V]	20.000	
Tensione nominale secondario V2n [V]	400	
Potenza nominale [kVA]	200	
Impedenza di cto cto [%]	6,00	
Zcc [ohm]	0,0480	
Corrente di guasto trifase I" _k [A]	5.292,38	
Dati impianto		
Impedenza cavo trasf-QBT [ohm]	-	
Kt CT1	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Kt CT2	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Kt PE1	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Kt PE2	175,83	Cavo tipo N07G9-K
Guasto a terra lato MT (con rif. A tensioen V1n)		
Corrente di doppio guasto a terra lato MT [A] con rete a neutro compensato I" _{KEE}	13.856,41	
Tempo di intervento della protezione [s]	0,12	
I ² t	2,30E+07	
Guasto fase-terra lato bt		
Corrente di guasto a terra lato bt [A]	5.292,38	
Corrente di guasto lato bt trasferita lato MT [A]	61,11	
Tempo di intervento della protezione MT [s] (eliminazione del guasto)	0,50	
I ² t	1,40E+07	
Guasto fase-terra a valle del quadro bt		
Corrente di guasto a valle dell'interruttore generale [A]	5.292,38	
Tempo di intervento della protezione [s]	0,150	
I ² t	4,20E+06	
Calcolo sezioni		
	Sezione [mm²]	
Carcassa TR-Collettore (CT1)	27,30	
Collettore-Dispensore (CT2)	27,30	
Neutro-Collettore (PE1)	21,28	
Quadro bt-Collettore (PE2)	11,66	
Carcassa QMT - Collettore	27,30	
Sezioni commerciali scelte		
	Sezione [mm²]	Verifica
Carcassa TR-Collettore (CT1)	35,00	OK
Collettore-Dispensore (CT2)	35,00	OK
Neutro-Collettore (PE1)	35,00	OK
Quadro bt-Collettore (PE2)	35,00	OK
Carcassa QMT - Collettore	35,00	OK

ALLEGATO 6
CALCOLI ILLUMINOTECNICI IN GALLERIA

By-pass ferroviario standard

Altezza di installazione apparecchi a 4,50m dal camminamento.

Interdistanza tra gli apparecchi 7m.

Assenza di riflessioni

Fattore di manutenzione $K=1,00$

Data: 10.11.2010
Redattore:

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Indice

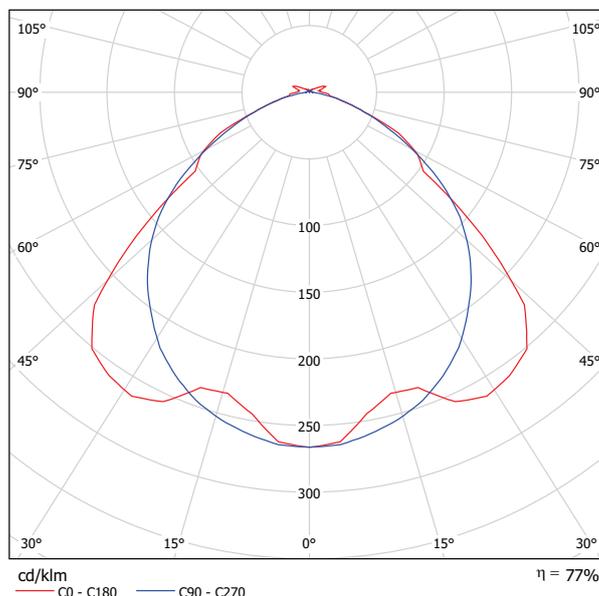
By-pass ferroviario standard	
Copertina progetto	1
Indice	2
3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO	
Scheda tecnica apparecchio	3
By-pass standard	
Riepilogo	4
Lampade (planimetria)	5
Superfici locale	
Superficie utile	
Grafica dei valori (E)	6

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



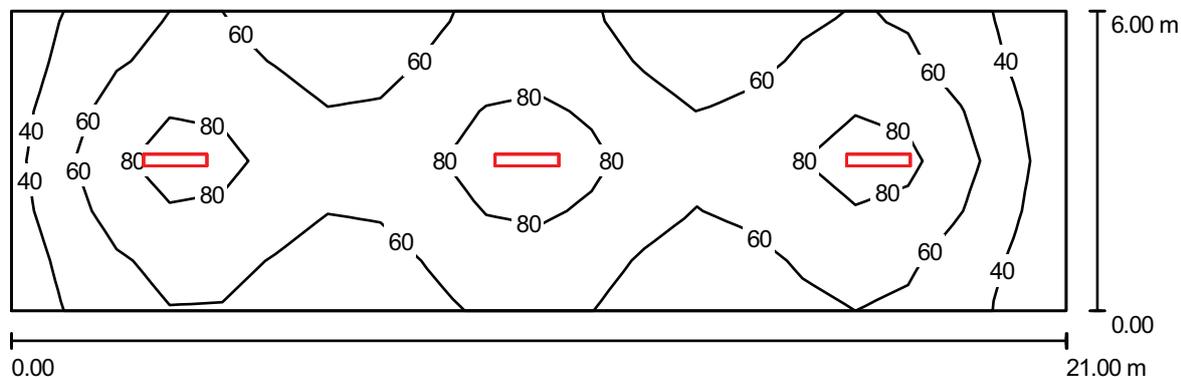
Classificazione lampade secondo CIE: 97
CIE Flux Code: 49 82 96 97 77

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
ρ Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale X Y	Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade					
2H	2H	17.4	18.6	17.7	18.9	19.2	17.6	18.9	18.0	19.2	19.5
	3H	18.6	19.7	18.9	20.0	20.4	18.6	19.8	19.0	20.1	20.4
	4H	19.1	20.1	19.4	20.4	20.8	18.9	19.9	19.3	20.3	20.6
	6H	19.2	20.2	19.6	20.6	20.9	19.0	20.0	19.4	20.4	20.7
	8H	19.2	20.2	19.7	20.6	20.9	19.0	20.0	19.5	20.4	20.7
4H	12H	19.3	20.2	19.7	20.6	21.0	19.0	19.9	19.5	20.3	20.7
	2H	17.8	18.9	18.2	19.2	19.6	18.0	19.1	18.4	19.4	19.8
	3H	19.3	20.2	19.7	20.6	21.0	19.2	20.1	19.6	20.5	20.9
	4H	20.1	20.9	20.5	21.3	21.7	19.6	20.4	20.0	20.8	21.2
	6H	20.4	21.1	20.8	21.5	22.0	19.8	20.5	20.3	21.0	21.4
8H	12H	20.4	21.1	20.9	21.5	22.0	19.9	20.5	20.4	21.0	21.5
	2H	20.3	20.9	20.8	21.4	21.9	19.9	20.5	20.3	20.9	21.4
	3H	20.7	21.2	21.2	21.7	22.3	20.2	20.8	20.8	21.2	21.8
	4H	20.8	21.3	21.4	21.8	22.4	20.4	20.8	20.9	21.3	21.9
	6H	21.0	21.4	21.5	21.9	22.4	20.4	20.8	21.0	21.4	21.9
12H	4H	20.3	20.9	20.8	21.3	21.8	19.9	20.4	20.4	20.9	21.4
	6H	20.8	21.2	21.3	21.7	22.3	20.3	20.7	20.8	21.2	21.8
	8H	20.9	21.3	21.4	21.8	22.4	20.4	20.8	21.0	21.4	21.9
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H	+0.3 / -0.4					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H	+0.8 / -0.9					+0.8 / -0.9					
S = 2.0H	+1.0 / -1.7					+0.8 / -1.5					
Tabella standard	BK05					BK04					
Addendo di correzione	2.7					2.0					
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 6700lm Flusso luminoso sferico											

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

By-pass standard / Riepilogo



Altezza locale: 4.500 m, Altezza di montaggio: 4.500 m, Fattore di manutenzione: 1.00

Valori in Lux, Scala 1:151

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	63	29	97	0.455
Pavimento	0	63	24	100	0.380
Soffitto	0	4.16	0.03	218	0.007
Pareti (4)	0	29	1.22	63	/

Superficie utile:

Altezza: 0.000 m
Reticolo: 20 x 6 Punti
Zona margine: 0.000 m

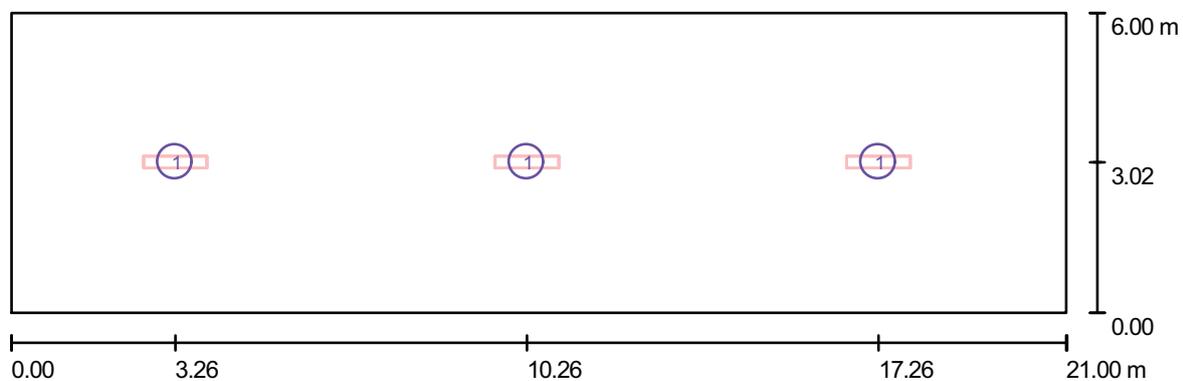
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ [lm]	P [W]
1	3	3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO (1.000)	6700	72.0
Totale:			20100	216.0

Potenza allacciata specifica: $1.71 \text{ W/m}^2 = 2.70 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 126.00 m^2)

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

By-pass standard / Lampade (planimetria)



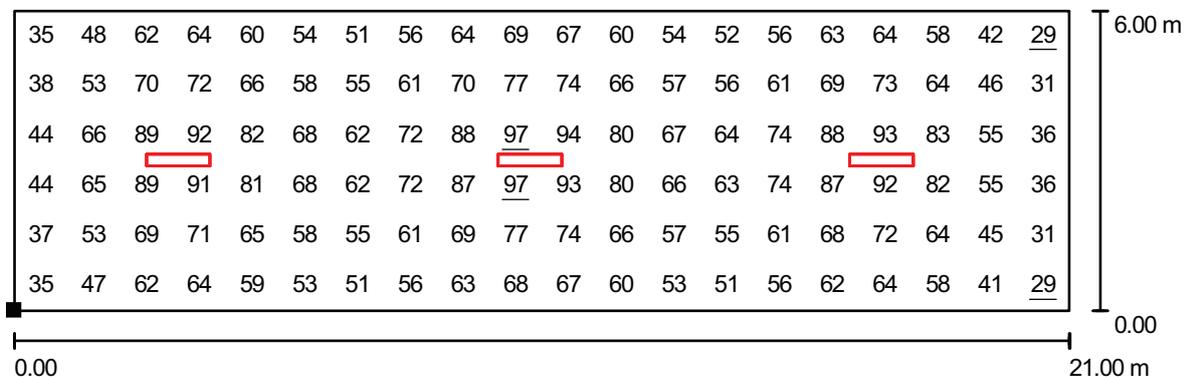
Scala 1 : 151

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	3	3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

By-pass standard / Superficie utile / Grafica dei valori (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 151

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Reticolo: 20 x 6 Punti

E_m [lx]
63

E_{min} [lx]
29

E_{max} [lx]
97

E_{min} / E_m
0.455

E_{min} / E_{max}
0.296

Galleria ferroviaria Bolano

Illuminazione di emergenza GALLERIA FERROVIARIA a singolo binario

Apparecchio 3F FS 1x18 CD HF II disposti ad interdistanza di 12,5m modulare con le nicchie.

Altezza di installazione apparecchi a 2,50m dal camminamento (2,9m dal livello binari).

Assenza di riflessioni

Fattore di manutenzione $K=1,00$

Data: 06.11.2010

Redattore:

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

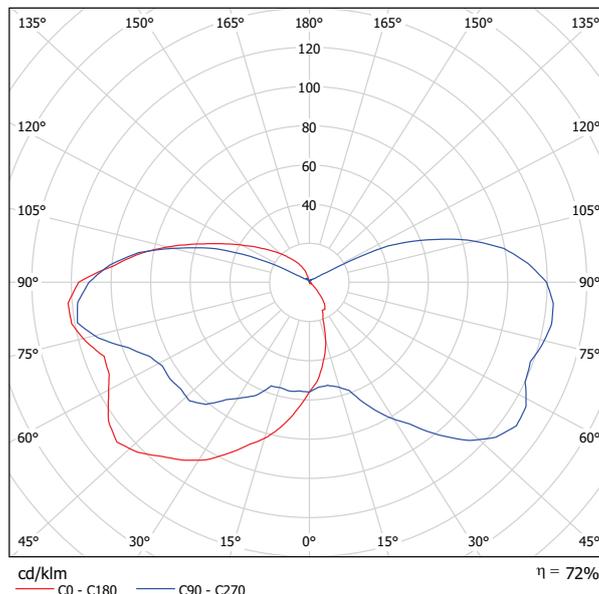
Indice

Galleria ferroviaria Bolano	
Copertina progetto	1
Indice	2
3FFilippi 8180 3F FS1x18 CD HF II	
Scheda tecnica apparecchio	3
Galleria singolo binario	
Riepilogo	4
Lampade (planimetria)	5
Superfici di calcolo (lista coordinate)	6
Superfici di calcolo (panoramica risultati)	7
Rendering colori sfalsati	8
Superfici locale	
Area livello binari a livello binari	
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	9
Camminamento laterale largo 1.1m a pavimento con nicchia	
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	10
Camminamento laterale largo 1.2m a pavimento senza nicchia	
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	11
Camminamento laterale largo 1.2m ad 1m dal pavimento senza nicchia	
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	12

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

3FFilippi 8180 3F FS1x18 CD HF II / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 72
 CIE Flux Code: 19 44 72 72 72

ILLUMINOTECNICHE

Rendimento luminoso >72%.
 Distribuzione bilaterale verso il basso, grazie alla prismaticizzazione interna differenziata e al recuperatore con cuspidi centrale.

MECCANICHE

Corpo in lega di alluminio pressofuso con trattamento di cromatazione pesante, verniciato per esterno colore grigio RAL 7035.
 Base con 4 barre filettate da fissare a parete, in acciaio inox, permette il montaggio e lo smontaggio rapido dell'apparecchio senza utensili.
 Recuperatore di flusso in alluminio a specchio con trattamento superficiale al titanio e magnesio, assenza d'iridescenza.
 Schermo in policarbonato autoestinguente V2, stabilizzato agli UV, stampato ad iniezione, con superficie esterna liscia ed interna con prismaticizzazione differenziata. Guarnizioni di tenuta fra corpo e schermo, in EPDM ecologica antinvecchiamento.
 Chiusura schermo antivandalica ottenuta tramite 4 scroccchi di fissaggio al corpo, in acciaio inox.
 Dimensioni: 255x360 mm, altezza 174 mm. Peso 5,1 kg.
 IP66. Montaggio anche su superfici normalmente infiammabili. - F -
 Resistenza meccanica 6,5 joule. Resistenza al filo incandescente 850°C.
 Resistenza alla pressione e depressione ±5 kPa.

ELETTRICHE

Cablaggio elettronico EEI A2, 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0.95, fusibile, accensione a caldo della lampada, potenza costante in uscita, classe II.
 Cavo unipolare rigido, doppio isolamento, sez. 1mmq HT 90°C.
 Presa/spina, IP67, cavo tipo H07RN-F 2x1,5 mmq, pressacavo PG 13,5 in poliammide autoestinguente. ENEC - IMQ.

DOTAZIONE

Lampada fluorescente compatta da 18W/840, montata, flusso luminoso 1150 lm, temperatura di colore 4000 K. Resa cromatica Ra >80.
 Attacco lampada G24q-2.

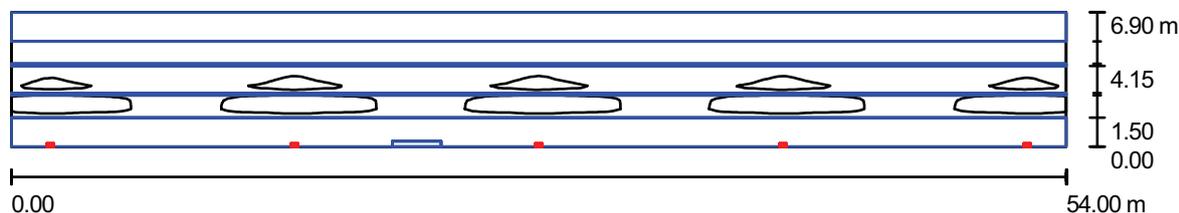
APPLICAZIONI

Gallerie ferroviarie. La distribuzione controllata bilaterale, permette di ottimizzare l'uniformità dell'illuminamento sui piani di lavoro.

Dimensioni e specifiche soggette a modifiche senza preavviso. ST.1207

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Galleria singolo binario / Riepilogo



Altezza locale: 7.100 m, Altezza di montaggio: 2.900 m, Fattore di manutenzione: 1.00

Valori in Lux, Scala 1:387

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	3.78	0.03	10	0.008
Pavimento	0	1.99	0.00	10	0.001
Soffitto	0	0.80	0.22	1.15	0.271
Pareti (4)	0	2.66	0.02	266	/

Superficie utile:

Altezza: 0.000 m
Reticolo: 128 x 64 Punti
Zona margine: 0.000 m

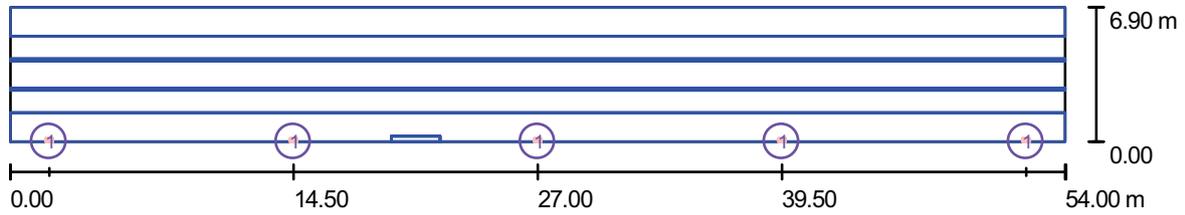
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ [lm]	P [W]
1	5	3FFilippi 8180 3F FS1x18 CD HF II (1.000)	1150	20.0
Totale:			5750	100.0

Potenza allacciata specifica: $0.27 \text{ W/m}^2 = 7.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 372.60 m^2)

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Galleria singolo binario / Lampade (planimetria)



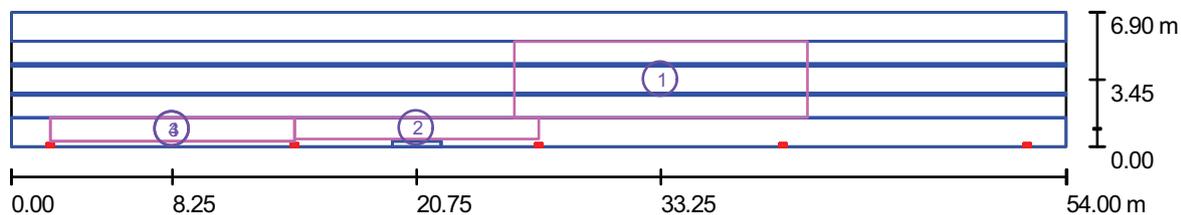
Scala 1 : 387

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	5	3FFilippi 8180 3F FS1x18 CD HF II

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Galleria singolo binario / Superfici di calcolo (lista coordinate)



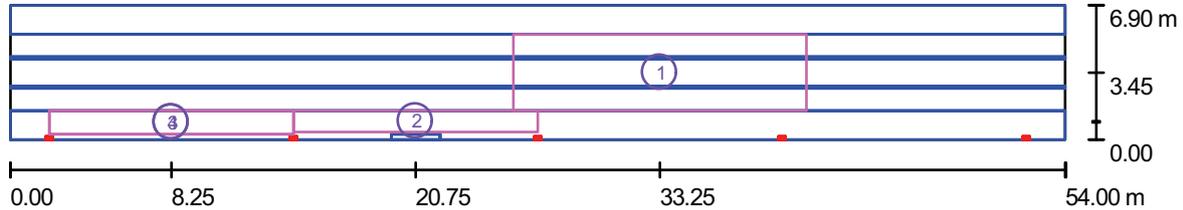
Scala 1 : 387

Elenco superfici di calcolo

No.	Denominazione	Posizione [m]			Dimensioni [m]		Rotazione [°]		
		X	Y	Z	L	P	X	Y	Z
1	Area livello binari a livello binari	33.250	3.450	0.110	15.000	3.900	0.000	0.000	0.000
2	Camminamento laterale largo 1.1m a pavimento con nicchia	20.750	0.950	0.410	12.500	1.100	0.000	0.000	0.000
3	Camminamento laterale largo 1.2m a pavimento senza nicchia	8.250	0.900	0.410	12.500	1.200	0.000	0.000	0.000
4	Camminamento laterale largo 1.2m ad 1m dal pavimento senza nicchia	8.250	0.900	1.400	12.500	1.200	0.000	0.000	0.000

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Galleria singolo binario / Superfici di calcolo (panoramica risultati)



Scala 1 : 387

Elenco superfici di calcolo

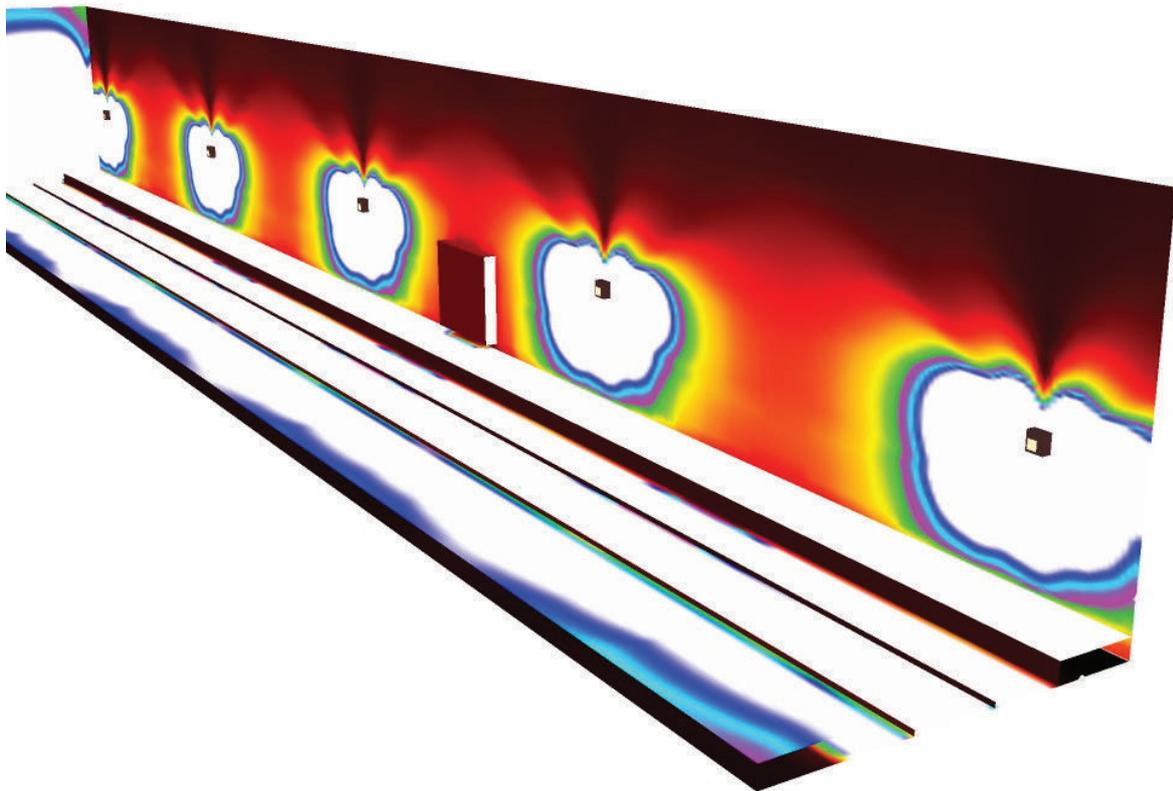
No.	Denominazione	Tipo	Reticolo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Area livello binari a livello binari	perpendicolare	12 x 7	4.62	2.45	10	0.530	0.238
2	Camminamento laterale largo 1.1m a pavimento con nicchia	perpendicolare	15 x 3	7.30	2.28	15	0.313	0.156
3	Camminamento laterale largo 1.2m a pavimento senza nicchia	perpendicolare	15 x 3	7.21	2.26	14	0.314	0.159
4	Camminamento laterale largo 1.2m ad 1m dal pavimento senza nicchia	perpendicolare	15 x 3	12	1.58	36	0.132	0.044

Riepilogo dei risultati

Tipo	Numero	Medio [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicolare	4	6.44	1.58	36	0.25	0.04

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Galleria singolo binario / Rendering colori sfalsati

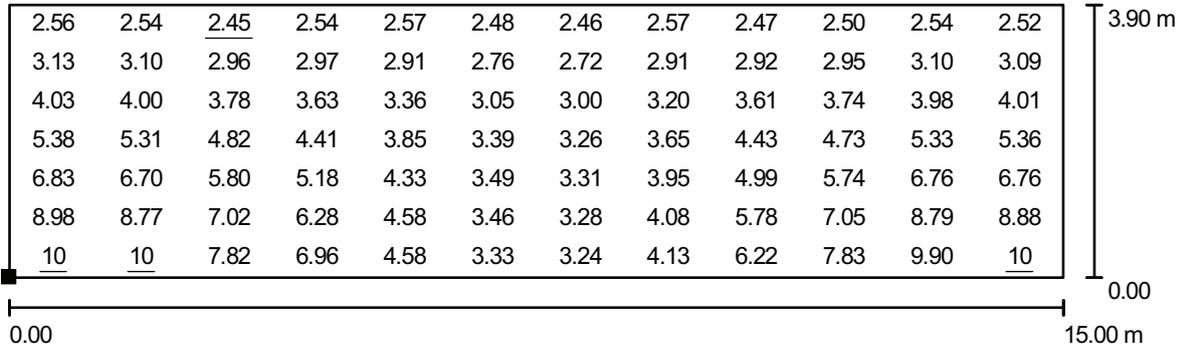


0 0.19 0.38 0.56 0.75 0.94 1.13 1.31 1.50

lx

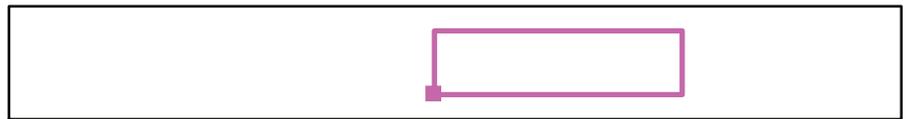
Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Galleria singolo binario / Area livello binari a livello binari / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 108

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (25.750 m, 1.500 m, 0.110 m)

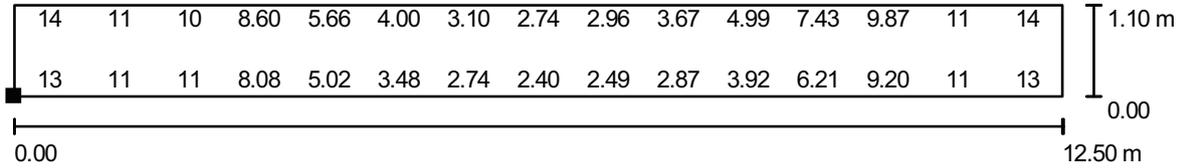


Reticolo: 12 x 7 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
4.62	2.45	10	0.530	0.238

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Galleria singolo binario / Camminamento laterale largo 1.1m a pavimento con nicchia / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 90

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (14.500 m, 0.400 m, 0.410 m)

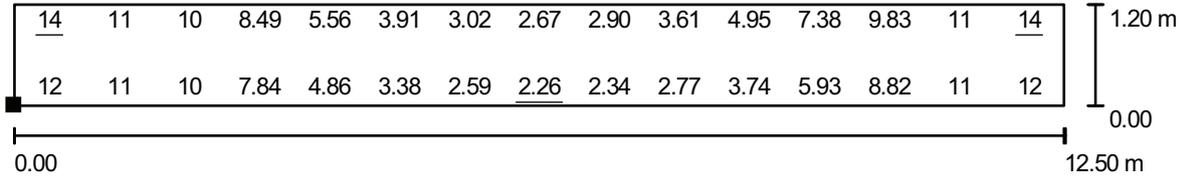


Reticolo: 15 x 3 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
7.30	2.28	15	0.313	0.156

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

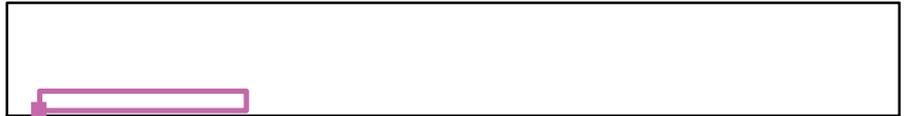
Galleria singolo binario / Camminamento laterale largo 1.2m a pavimento senza nicchia / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 90

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (2.000 m, 0.300 m, 0.410 m)

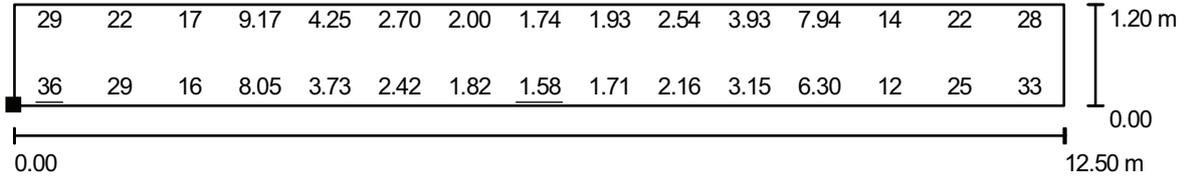


Reticolo: 15 x 3 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
7.21	2.26	14	0.314	0.159

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Galleria singolo binario / Camminamento laterale largo 1.2m ad 1m dal pavimento senza nicchia / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 90

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (2.000 m, 0.300 m, 1.400 m)



Reticolo: 15 x 3 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	1.58	36	0.132	0.044

Punte di scambio in galleria

Illuminazione funzionale punte di scambio per galleria a doppio binario.

Data: 06.11.2010
Redattore:

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Indice

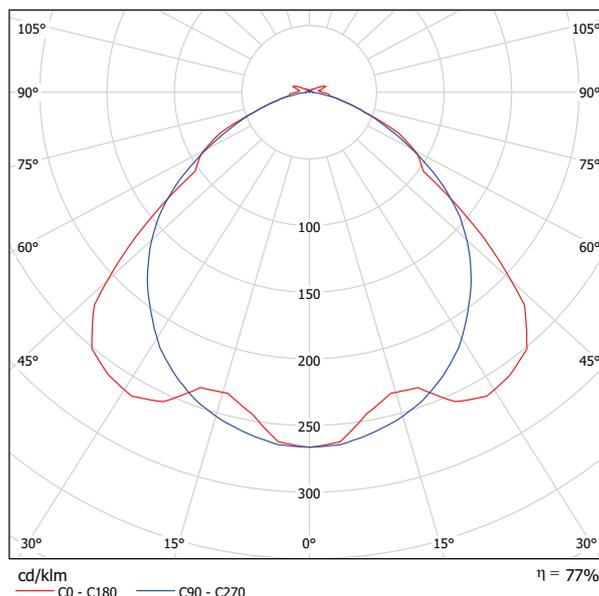
Punte di scambio in galleria	
Copertina progetto	1
Indice	2
3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO	
Scheda tecnica apparecchio	3
Galleria doppio binario	
Riepilogo	4
Lampade (planimetria)	5
Rendering colori sfalsati	6
Superfici locale	
Superficie di calcolo punta di scambio	
Isolinee (E, perpendicolare)	7
Grafica dei valori (E, perpendicolare)	8

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



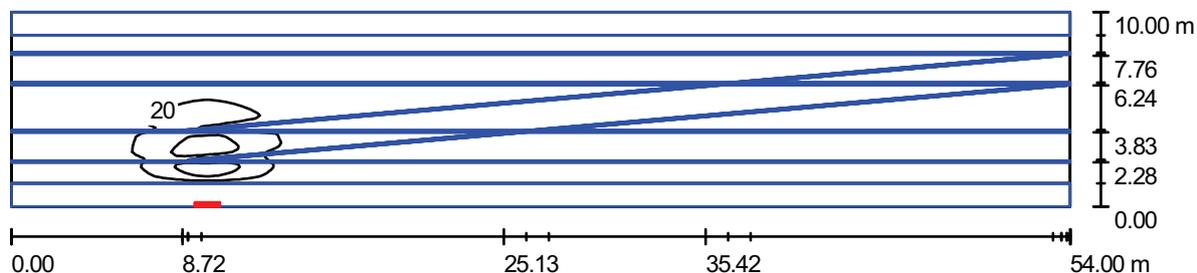
Classificazione lampade secondo CIE: 97
CIE Flux Code: 49 82 96 97 77

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
ρ Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale X Y	Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade					
2H	2H	17.4	18.6	17.7	18.9	19.2	17.6	18.9	18.0	19.2	19.5
	3H	18.6	19.7	18.9	20.0	20.4	18.6	19.8	19.0	20.1	20.4
	4H	19.1	20.1	19.4	20.4	20.8	18.9	19.9	19.3	20.3	20.6
	6H	19.2	20.2	19.6	20.6	20.9	19.0	20.0	19.4	20.4	20.7
	8H	19.2	20.2	19.7	20.6	20.9	19.0	20.0	19.5	20.4	20.7
4H	12H	19.3	20.2	19.7	20.6	21.0	19.0	19.9	19.5	20.3	20.7
	2H	17.8	18.9	18.2	19.2	19.6	18.0	19.1	18.4	19.4	19.8
	3H	19.3	20.2	19.7	20.6	21.0	19.2	20.1	19.6	20.5	20.9
	4H	20.1	20.9	20.5	21.3	21.7	19.6	20.4	20.0	20.8	21.2
	6H	20.4	21.1	20.8	21.5	22.0	19.8	20.5	20.3	21.0	21.4
8H	12H	20.4	21.1	20.9	21.5	22.0	19.9	20.5	20.4	21.0	21.5
	20.5	21.1	21.0	21.5	22.0	19.9	20.5	20.4	21.0	21.5	
	4H	20.3	20.9	20.8	21.4	21.9	19.9	20.5	20.3	20.9	21.4
	6H	20.7	21.2	21.2	21.7	22.3	20.2	20.8	20.8	21.2	21.8
	8H	20.8	21.3	21.4	21.8	22.4	20.4	20.8	20.9	21.3	21.9
12H	21.0	21.4	21.5	21.9	22.4	20.4	20.8	21.0	21.4	21.9	
	4H	20.3	20.9	20.8	21.3	21.8	19.9	20.4	20.4	20.9	21.4
	6H	20.8	21.2	21.3	21.7	22.3	20.3	20.7	20.8	21.2	21.8
8H	20.9	21.3	21.4	21.8	22.4	20.4	20.8	21.0	21.4	21.9	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H	+0.3 / -0.4					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H	+0.8 / -0.9					+0.8 / -0.9					
S = 2.0H	+1.0 / -1.7					+0.8 / -1.5					
Tabella standard	BK05					BK04					
Addendo di correzione	2.7					2.0					
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 6700lm Flusso luminoso sferico											

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Galleria doppio binario / Riepilogo



Altezza locale: 7.100 m, Altezza di montaggio: 4.500 m, Fattore di manutenzione: 1.00

Valori in Lux, Scala 1:387

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	4.48	0.00	55	0.000
Pavimento	0	2.86	0.00	54	0.000
Soffitto	0	1.93	0.00	27	0.001
Pareti (4)	0	2.14	0.00	246	/

Superficie utile:

Altezza: 0.000 m
Reticolo: 128 x 64 Punti
Zona margine: 0.000 m

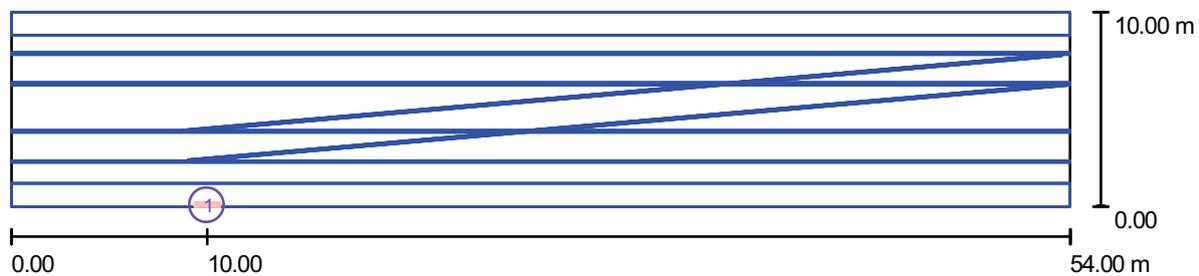
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ [lm]	P [W]
1	1	3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO (1.000)	6700	72.0
Totale:			6700	72.0

Potenza allacciata specifica: $0.13 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 540.00 m²)

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Galleria doppio binario / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 387

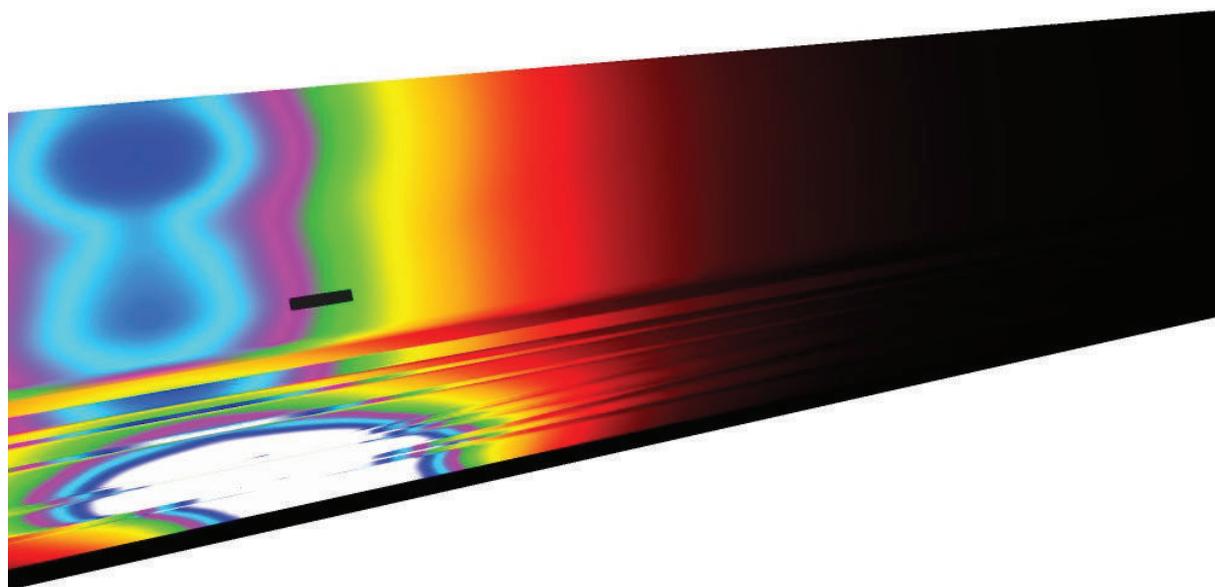
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	1	3F Filippi S.p.A. A3F 92 A3F 922x36 HF AMPIO



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

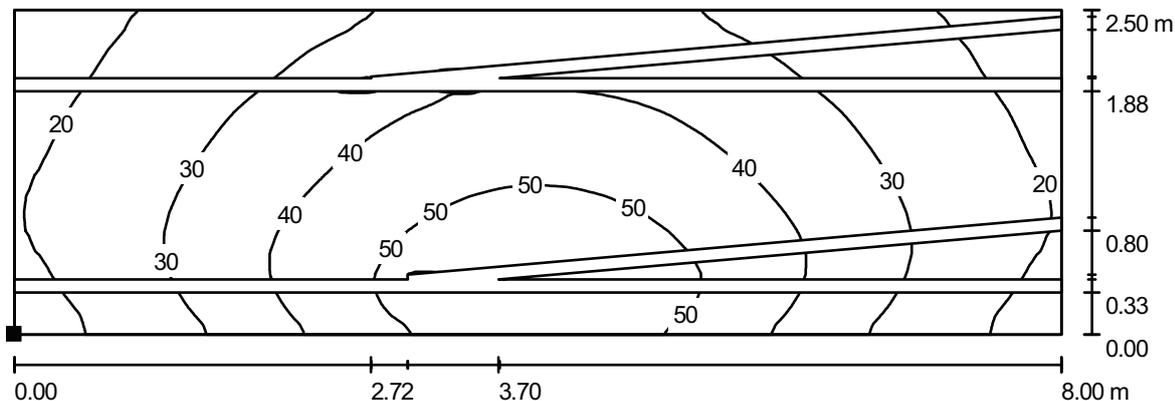
Galleria doppio binario / Rendering colori sfalsati



0 2.50 5 7.50 10 12.50 15 17.50 20 lx

Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Galleria doppio binario / Superficie di calcolo punta di scambio / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 58

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (6.000 m, 1.950 m, 0.100 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
 34

E_{min} [lx]
 16

E_{max} [lx]
 58

E_{min} / E_m
 0.454

E_{min} / E_{max}
 0.269

ALLEGATO 7
CALCOLI ILLUMINOTECNICI IN ESTERNO

Piazzale di Emergenza Galleria Bolano verso Opere di Attraversamento



1.1 Informazioni Area

Superficie	Dimensioni [m]	Angolo[°]	Colore	Coefficiente Riflessione	Illum.Medio [lux]	Luminanza Media [cd/m²]
Suolo	204.88x200.44	Piano	RGB=126,126,126	40%	38	5

Dimensioni del Parallelepipedo Contenente l'Area [m]: 204.88x200.44x0.00
 Reticolo Punti di Calcolo del Parallelepipedo [m]: direzione X 2.50 - Y 2.51
 Potenza Specifica del Piano Lavoro [W/m2] 1.504
 Potenza Specifica Illuminotecnica del P.Lav. [W/(m2 * 100lux)] 3.988
 Potenza Totale [kW]: 8.475

1.2 Parametri di Qualità dell'Impianto

Indici di Abbagliamento

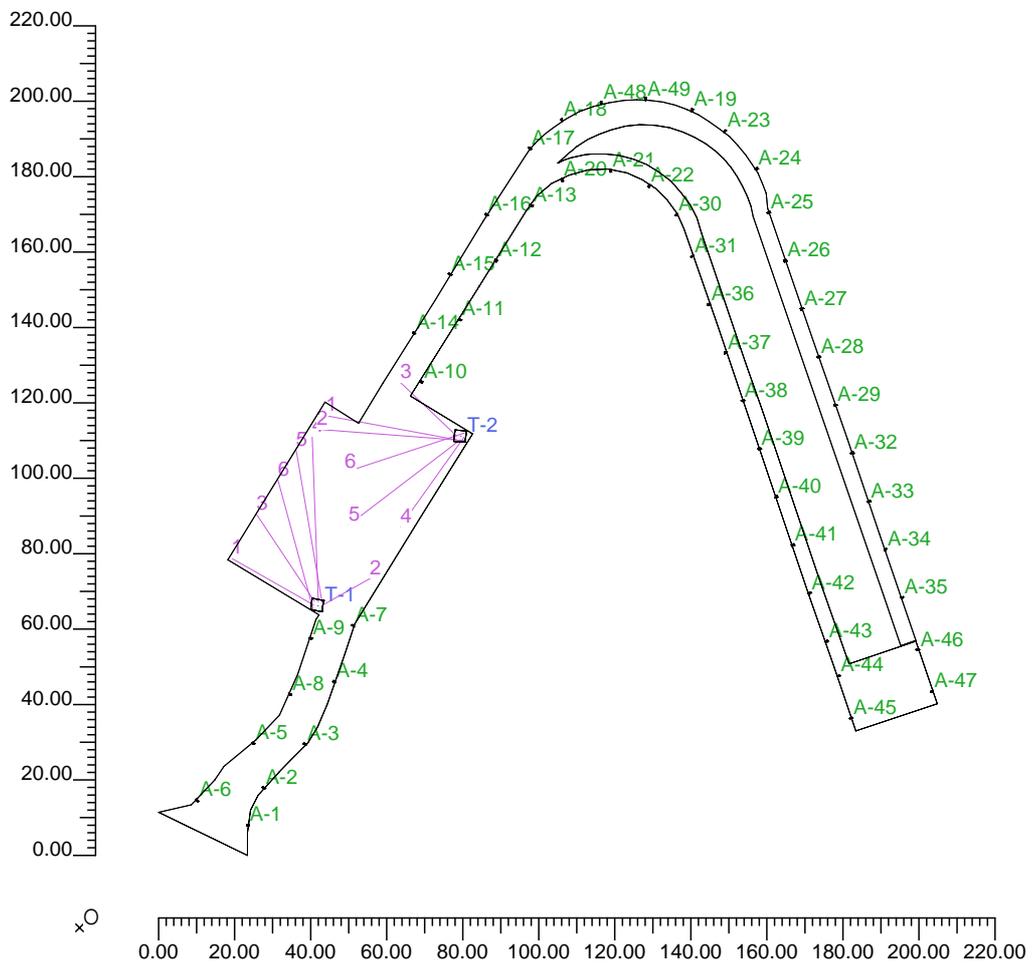
Osservatore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Direzione Di Osservazione																			
Strut.(x=62.59 y=85.50 z=hOss)	16	11	9	11	9	8	9	24	9	8	9	30	22	25	26	23	28	26	27
Strut.(x=100.19 y=130.35 z=hOss)	0	0	0	2	4	0	0	1	0	0	10	5	5	13	18	9	16	25	21
App.(x=148.96 y=219.70 z=hOss)	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	2
App.(x=137.31 y=218.68 z=hOss)	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0
App.(x=224.24 y=62.54 z=hOss)	24	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0
App.(x=220.55 y=73.68 z=hOss)	24	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
App.(x=202.96 y=55.53 z=hOss)	19	0	0	6	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
App.(x=199.70 y=66.71 z=hOss)	18	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
App.(x=196.55 y=75.88 z=hOss)	16	0	0	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
App.(x=192.13 y=88.64 z=hOss)	13	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
App.(x=187.71 y=101.40 z=hOss)	8	0	1	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
App.(x=183.30 y=114.15 z=hOss)	0	9	0	0	19	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
App.(x=178.88 y=126.91 z=hOss)	7	0	0	0	19	0	0	3	0	0	0	0	10	0	0	0	18	0	0
App.(x=174.46 y=139.67 z=hOss)	3	0	0	0	19	0	0	5	0	0	0	0	18	8	0	21	18	1	0
App.(x=170.04 y=152.42 z=hOss)	10	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5	13	18	3	0
App.(x=165.63 y=165.18 z=hOss)	14	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	8	26	0	18	6	0
App.(x=216.44 y=87.45 z=hOss)	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
App.(x=212.04 y=100.22 z=hOss)	24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
App.(x=207.65 y=112.98 z=hOss)	24	0	0	0	4	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
App.(x=203.25 y=125.75 z=hOss)	24	3	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
App.(x=198.86 y=138.51 z=hOss)	26	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	3	2	0	0
App.(x=194.46 y=151.28 z=hOss)	26	0	0	0	11	0	0	2	0	0	0	0	8	1	0	21	0	0	0
App.(x=190.07 y=164.04 z=hOss)	26	0	0	0	12	0	0	3	0	0	0	0	0	24	0	9	0	0	0
App.(x=185.67 y=176.80 z=hOss)	26	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	2	0
App.(x=161.21 y=177.94 z=hOss)	17	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	18	13	0
App.(x=157.03 y=188.96 z=hOss)	18	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	15	0
App.(x=181.28 y=189.57 z=hOss)	26	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0
App.(x=178.14 y=201.15 z=hOss)	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3	2
App.(x=169.81 y=211.12 z=hOss)	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1	6
App.(x=149.92 y=196.71 z=hOss)	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	15	1
App.(x=139.81 y=200.56 z=hOss)	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	9
App.(x=127.00 y=198.26 z=hOss)	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	17
App.(x=161.14 y=216.72 z=hOss)	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	9
App.(x=126.89 y=214.12 z=hOss)	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3	9

Osservatore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
App.(x=118.53 y=206.64 z=hOss)	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	17
App.(x=107.08 y=188.95 z=hOss)	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10	9
App.(x=97.48 y=173.22 z=hOss)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	10	7
App.(x=87.98 y=157.67 z=hOss)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	3	0	0	13	11
App.(x=118.89 y=191.47 z=hOss)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
App.(x=109.63 y=176.90 z=hOss)	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10	10
App.(x=100.09 y=161.12 z=hOss)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	3	0	0	13	16
App.(x=89.97 y=144.68 z=hOss)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	6	0	2	16	20
App.(x=60.90 y=76.70 z=hOss)	14	9	7	9	5	5	7	23	7	6	6	29	21	24	25	22	27	25	26
App.(x=55.40 y=61.83 z=hOss)	8	3	0	5	0	0	0	18	0	0	0	25	15	19	22	0	23	23	26
App.(x=71.97 y=80.06 z=hOss)	14	9	8	10	7	7	7	22	8	8	9	27	20	22	23	20	25	23	23
App.(x=67.04 y=65.17 z=hOss)	7	2	1	6	0	0	0	16	0	0	0	22	13	17	19	0	20	20	22
App.(x=59.35 y=48.66 z=hOss)	2	0	0	4	0	0	0	11	0	0	0	19	8	12	16	0	17	18	22
App.(x=45.82 y=48.77 z=hOss)	5	0	0	4	0	0	0	15	0	0	0	24	12	16	20	0	22	23	26
App.(x=31.05 y=33.73 z=hOss)	2	0	0	4	0	0	0	13	0	0	0	24	10	0	20	0	21	23	27
App.(x=48.54 y=36.98 z=hOss)	0	0	0	4	0	0	0	10	0	0	0	20	7	11	15	0	17	19	24
App.(x=44.34 y=27.15 z=hOss)	0	0	0	4	0	0	0	8	0	0	0	18	4	0	14	0	15	18	23

Osservatore	Posizione Osservatore	Osservatore	Posizione Osservatore	Osservatore	Posizione Osservatore
1	(x=200.95;y=130.59;z=1.50)m	2	(x=235.88;y=130.59;z=1.50)m	3	(x=235.88;y=98.71;z=1.50)m
4	(x=235.88;y=66.83;z=1.50)m	5	(x=200.95;y=66.83;z=1.50)m	6	(x=270.82;y=66.83;z=1.50)m
7	(x=270.82;y=130.59;z=1.50)m	8	(x=166.01;y=130.59;z=1.50)m	9	(x=166.01;y=98.71;z=1.50)m
10	(x=166.01;y=66.83;z=1.50)m	11	(x=131.07;y=66.83;z=1.50)m	12	(x=131.07;y=130.59;z=1.50)m
13	(x=235.88;y=162.47;z=1.50)m	14	(x=235.88;y=194.35;z=1.50)m	15	(x=200.95;y=194.35;z=1.50)m
16	(x=270.82;y=194.35;z=1.50)m	17	(x=166.01;y=162.47;z=1.50)m	18	(x=166.01;y=194.35;z=1.50)m
19	(x=131.07;y=194.35;z=1.50)m				

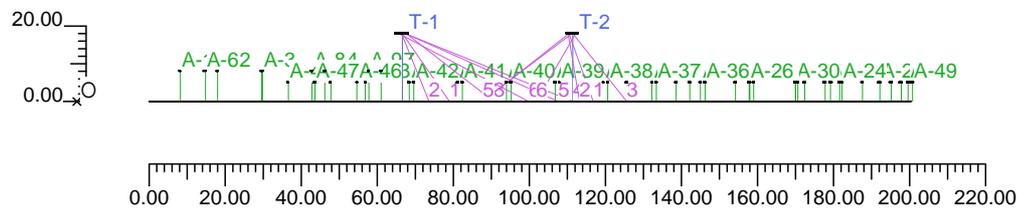
2.1 Vista 2D in Pianta

Scala 1/2000



2.2 Vista Laterale

Scala 1/2000



3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rifer.	Linea	Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Apparecchi N.	Rif.Lamp.	Lampade N.
A	GENESIS VETRO PIANO	GENESIS VETRO PIANO 70W ME (GENESIS VETRO PIANO 70W ME)	CARIBONI_06GN212R5 (GS01308-70ME)	49	LMP-A	1
B	SORRENTO FF.SS. FASCIO MEDIO	SORRENTO FF.SS. FASCIO MEDIO (SORRENTO FASCO MEDIO 400W ST)	069750892 (GS01353)	12	LMP-B	1

3.2 Informazioni Lampade

Rif.Lamp.	Tipo	Codice	Flusso [lm]	Potenza [W]	Colore [°K]	N.
LMP-A	ME 75	0020811	5000	75	3000	49
LMP-B	ST 400	NAV400	48000	400	2000	12

3.3 Tabella Riepilogativa Apparecchi

Rifer.	App.	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X[°] Y[°] Z[°]	Codice Apparecchio	Coeff. Mant.	Codice Lampada	Flusso [lm]
A	1	X	44.34;27.15;8.00	0.0;0.0;0.0	CARIBONI_06GN212R5	0.80	0020811	1*5000
	2	X	48.54;36.98;8.00	0.0;0.0;-36.2		0.80		
	3	X	31.05;33.73;8.00	0.0;0.0;126.2		0.80		
	4	X	45.82;48.77;8.00	0.0;0.0;136.8		0.80		
	5	X	59.35;48.66;8.00	0.0;0.0;-36.2		0.80		
	6	X	67.04;65.17;8.00	0.0;0.0;-28.9		0.80		
	7	X	71.97;80.06;8.00	0.0;0.0;-23.3		0.80		
	8	X	55.40;61.83;8.00	0.0;0.0;151.3		0.80		
	9	X	60.90;76.70;8.00	0.0;0.0;148.9		0.80		
	10	X	89.97;144.68;5.00	0.0;0.0;-36.3		0.80		
	11	X	100.09;161.12;5.00	0.0;0.0;-36.3		0.80		
	12	X	109.63;176.90;5.00	0.0;0.0;-36.3		0.80		
	13	X	118.89;191.47;5.00	0.0;0.0;-36.3		0.80		
	14	X	87.98;157.67;5.00	0.0;0.0;142.1		0.80		
	15	X	97.48;173.22;5.00	0.0;0.0;142.1		0.80		
	16	X	107.08;188.95;5.00	0.0;0.0;142.1		0.80		
	17	X	118.53;206.64;5.00	0.0;0.0;142.1		0.80		
	18	X	126.89;214.12;5.00	0.0;0.0;112.3		0.80		
	19	X	161.14;216.72;5.00	0.0;0.0;63.1		0.80		
	20	X	127.00;198.26;5.00	0.0;0.0;-72.5		0.80		
	21	X	139.81;200.56;5.00	0.0;0.0;-99.7		0.80		
	22	X	149.92;196.71;5.00	0.0;0.0;-126.2		0.80		
	23	X	169.81;211.12;5.00	0.0;0.0;55.0		0.80		
	24	X	178.14;201.15;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	25	X	181.28;189.57;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	26	X	157.03;188.96;5.00	0.0;0.0;-158.7		0.80		
	27	X	161.21;177.94;5.00	0.0;0.0;-158.7		0.80		
	28	X	185.67;176.80;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	29	X	190.07;164.04;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	30	X	194.46;151.28;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	31	X	198.86;138.51;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	32	X	203.25;125.75;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	33	X	207.65;112.98;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	34	X	212.04;100.22;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	35	X	216.44;87.45;5.00	0.0;0.0;23.9		0.80		
	36	X	165.63;165.18;5.00	0.0;0.0;-158.7		0.80		
	37	X	170.04;152.42;5.00	0.0;0.0;-158.7		0.80		
	38	X	174.46;139.67;5.00	0.0;0.0;-158.7		0.80		
	39	X	178.88;126.91;5.00	0.0;0.0;-158.7		0.80		
	40	X	183.30;114.15;5.00	0.0;0.0;-158.7		0.80		

Rifer.	App.	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X[°] Y[°] Z[°]	Codice Apparecchio	Coeff. Mant.	Codice Lampada	Flusso [lm]				
A	41	X	187.71;101.40;5.00	0.0;0.0;-158.7	CARIBONI_06GN212R5	0.80	0020811	1*5000				
	42	X	192.13;88.64;5.00	0.0;0.0;-158.7								
	43	X	196.55;75.88;5.00	0.0;0.0;-158.7								
	44	X	199.70;66.71;5.00	0.0;0.0;-158.7								
	45	X	202.96;55.53;5.00	0.0;0.0;-158.7								
	46	X	220.55;73.68;5.00	0.0;0.0;23.9								
	47	X	224.24;62.54;5.00	0.0;0.0;23.9								
	48	X	137.31;218.68;5.00	0.0;0.0;104.2								
	49	X	148.96;219.70;5.00	0.0;0.0;91.1								
	B	1	X	61.61;85.67;18.00		54.1;0.0;60.3			069750892	0.80	NAVT400	1*48000
		2	X	63.58;85.33;18.00		39.2;0.0;-60.2						
		3	X	61.78;86.66;18.00		56.7;0.0;33.4						
4		X	62.76;86.49;18.00	67.7;0.0;2.2								
5		X	63.75;86.31;18.00	66.3;0.0;9.5								
6		X	61.43;84.69;18.00	62.9;0.0;15.1								
7		X	99.11;129.43;18.00	62.7;0.0;79.4								
8		X	101.11;129.26;18.00	65.1;0.0;85.6								
9		X	99.19;130.44;18.00	48.6;0.0;46.2								
10		X	101.19;130.27;18.00	58.4;0.0;144.9								
11		X	100.10;129.35;18.00	64.1;0.0;127.7								
12		X	101.28;131.26;18.00	61.6;0.0;108.2								

3.4 Tabella Riepilogativa Puntamenti

Struttura	Fila	Colonna	Rifer. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X[°] Y[°] Z[°]	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse [°]	Coeff. Mant.	Rifer.	
T-1	(3)	(3)	T-1		(62.59;85.50;18.00)	(0;0;-10)					
	2	1	1	X	61.61;85.67;18.00	54.1;0.0;60.3	40.03;97.96;0.00	0	0.80	B	
	2	3	2	X	63.58;85.33;18.00	39.2;0.0;-60.2	76.32;92.64;0.00	0	0.80	B	
	3	1	3	X	61.78;86.66;18.00	56.7;0.0;33.4	46.69;109.54;0.00	-0	0.80	B	
	3	2	4	X	62.76;86.49;18.00	67.7;0.0;2.2	61.11;130.44;0.00	0	0.80	B	
	3	3	5	X	63.75;86.31;18.00	66.3;0.0;9.5	57.03;126.66;0.00	0	0.80	B	
	1	1	6	X	61.43;84.69;18.00	62.9;0.0;15.1	52.24;118.70;0.00	0	0.80	B	
T-2	(3)	(3)	T-2		(100.19;130.35;18.00)	(0;0;-5)					
	1	1	1	X	99.11;129.43;18.00	62.7;0.0;79.4	64.89;135.82;0.00	0	0.80	B	
	1	3	2	X	101.11;129.26;18.00	65.1;0.0;85.6	62.35;132.22;0.00	-0	0.80	B	
	2	1	3	X	99.19;130.44;18.00	48.6;0.0;46.2	84.46;144.56;0.00	-0	0.80	B	
	2	3	4	X	101.19;130.27;18.00	58.4;0.0;144.9	84.40;106.34;0.00	0	0.80	B	
	1	2	5	X	100.10;129.35;18.00	64.1;0.0;127.7	70.81;106.71;0.00	0	0.80	B	
	3	3	6	X	101.28;131.26;18.00	61.6;0.0;108.2	69.71;120.86;0.00	-0	0.80	B	
				A-1	X	44.34;27.15;8.00	0.0;0.0;0.0	44.34;27.15;0.00	0	0.80	A
				A-2	X	48.54;36.98;8.00	0.0;0.0;-36.2	48.54;36.98;0.00	-36	0.80	A
				A-6	X	31.05;33.73;8.00	0.0;0.0;126.2	31.05;33.73;0.00	126	0.80	A
				A-5	X	45.82;48.77;8.00	0.0;0.0;136.8	45.82;48.77;0.00	137	0.80	A
				A-3	X	59.35;48.66;8.00	0.0;0.0;-36.2	59.35;48.66;0.00	-36	0.80	A
				A-4	X	67.04;65.17;8.00	0.0;0.0;-28.9	67.04;65.17;0.00	-29	0.80	A
				A-7	X	71.97;80.06;8.00	0.0;0.0;-23.3	71.97;80.06;0.00	-23	0.80	A
				A-8	X	55.40;61.83;8.00	0.0;0.0;151.3	55.40;61.83;0.00	151	0.80	A
				A-9	X	60.90;76.70;8.00	0.0;0.0;148.9	60.90;76.70;0.00	149	0.80	A
				A-10	X	89.97;144.68;5.00	0.0;0.0;-36.3	89.97;144.68;0.00	-36	0.80	A
			A-11	X	100.09;161.12;5.00	0.0;0.0;-36.3	100.09;161.12;0.00	-36	0.80	A	
			A-12	X	109.63;176.90;5.00	0.0;0.0;-36.3	109.63;176.90;0.00	-36	0.80	A	
			A-13	X	118.89;191.47;5.00	0.0;0.0;-36.3	118.89;191.47;0.00	-36	0.80	A	
			A-14	X	87.98;157.67;5.00	0.0;0.0;142.1	87.98;157.67;0.00	142	0.80	A	
			A-15	X	97.48;173.22;5.00	0.0;0.0;142.1	97.48;173.22;0.00	142	0.80	A	
			A-16	X	107.08;188.95;5.00	0.0;0.0;142.1	107.08;188.95;0.00	142	0.80	A	
			A-17	X	118.53;206.64;5.00	0.0;0.0;142.1	118.53;206.64;0.00	142	0.80	A	
			A-18	X	126.89;214.12;5.00	0.0;0.0;112.3	126.89;214.12;0.00	112	0.80	A	
			A-19	X	161.14;216.72;5.00	0.0;0.0;63.1	161.14;216.72;0.00	63	0.80	A	
			A-20	X	127.00;198.26;5.00	0.0;0.0;-72.5	127.00;198.26;0.00	-72	0.80	A	
			A-21	X	139.81;200.56;5.00	0.0;0.0;-99.7	139.81;200.56;0.00	-100	0.80	A	
			A-22	X	149.92;196.71;5.00	0.0;0.0;-126.2	149.92;196.71;0.00	-126	0.80	A	
			A-23	X	169.81;211.12;5.00	0.0;0.0;55.0	169.81;211.12;0.00	55	0.80	A	
			A-24	X	178.14;201.15;5.00	0.0;0.0;23.9	178.14;201.15;0.00	24	0.80	A	

Struttura	Fila	Colonna	Rifer. 2D	On	Posizione Apparecchi X[m] Y[m] Z[m]	Rotazione Apparecchi X[°] Y[°] Z[°]	Puntamenti X[m] Y[m] Z[m]	R.Asse [°]	Coeff. Mant.	Rifer.
			A-25	X	181.28;189.57;5.00	0.0;0.0;23.9	181.28;189.57;0.00	24	0.80	A
			A-30	X	157.03;188.96;5.00	0.0;0.0;-158.7	157.03;188.96;0.00	-159	0.80	A
			A-31	X	161.21;177.94;5.00	0.0;0.0;-158.7	161.21;177.94;0.00	-159	0.80	A
			A-26	X	185.67;176.80;5.00	0.0;0.0;23.9	185.67;176.80;0.00	24	0.80	A
			A-27	X	190.07;164.04;5.00	0.0;0.0;23.9	190.07;164.04;0.00	24	0.80	A
			A-28	X	194.46;151.28;5.00	0.0;0.0;23.9	194.46;151.28;0.00	24	0.80	A
			A-29	X	198.86;138.51;5.00	0.0;0.0;23.9	198.86;138.51;0.00	24	0.80	A
			A-32	X	203.25;125.75;5.00	0.0;0.0;23.9	203.25;125.75;0.00	24	0.80	A
			A-33	X	207.65;112.98;5.00	0.0;0.0;23.9	207.65;112.98;0.00	-156	0.80	A
			A-34	X	212.04;100.22;5.00	0.0;0.0;23.9	212.04;100.22;0.00	24	0.80	A
			A-35	X	216.44;87.45;5.00	0.0;0.0;23.9	216.44;87.45;0.00	24	0.80	A
			A-36	X	165.63;165.18;5.00	0.0;0.0;-158.7	165.63;165.18;0.00	-159	0.80	A
			A-37	X	170.04;152.42;5.00	0.0;0.0;-158.7	170.04;152.42;0.00	-159	0.80	A
			A-38	X	174.46;139.67;5.00	0.0;0.0;-158.7	174.46;139.67;0.00	-159	0.80	A
			A-39	X	178.88;126.91;5.00	0.0;0.0;-158.7	178.88;126.91;0.00	-159	0.80	A
			A-40	X	183.30;114.15;5.00	0.0;0.0;-158.7	183.30;114.15;0.00	-159	0.80	A
			A-41	X	187.71;101.40;5.00	0.0;0.0;-158.7	187.71;101.40;0.00	-159	0.80	A
			A-42	X	192.13;88.64;5.00	0.0;0.0;-158.7	192.13;88.64;0.00	-159	0.80	A
			A-43	X	196.55;75.88;5.00	0.0;0.0;-158.7	196.55;75.88;0.00	-159	0.80	A
			A-44	X	199.70;66.71;5.00	0.0;0.0;-158.7	199.70;66.71;0.00	-159	0.80	A
			A-45	X	202.96;55.53;5.00	0.0;0.0;-158.7	202.96;55.53;0.00	-159	0.80	A
			A-46	X	220.55;73.68;5.00	0.0;0.0;23.9	220.55;73.68;0.00	24	0.80	A
			A-47	X	224.24;62.54;5.00	0.0;0.0;23.9	224.24;62.54;0.00	24	0.80	A
			A-48	X	137.31;218.68;5.00	0.0;0.0;104.2	137.31;218.68;0.00	104	0.80	A
			A-49	X	148.96;219.70;5.00	0.0;0.0;91.1	148.96;219.70;0.00	91	0.80	A

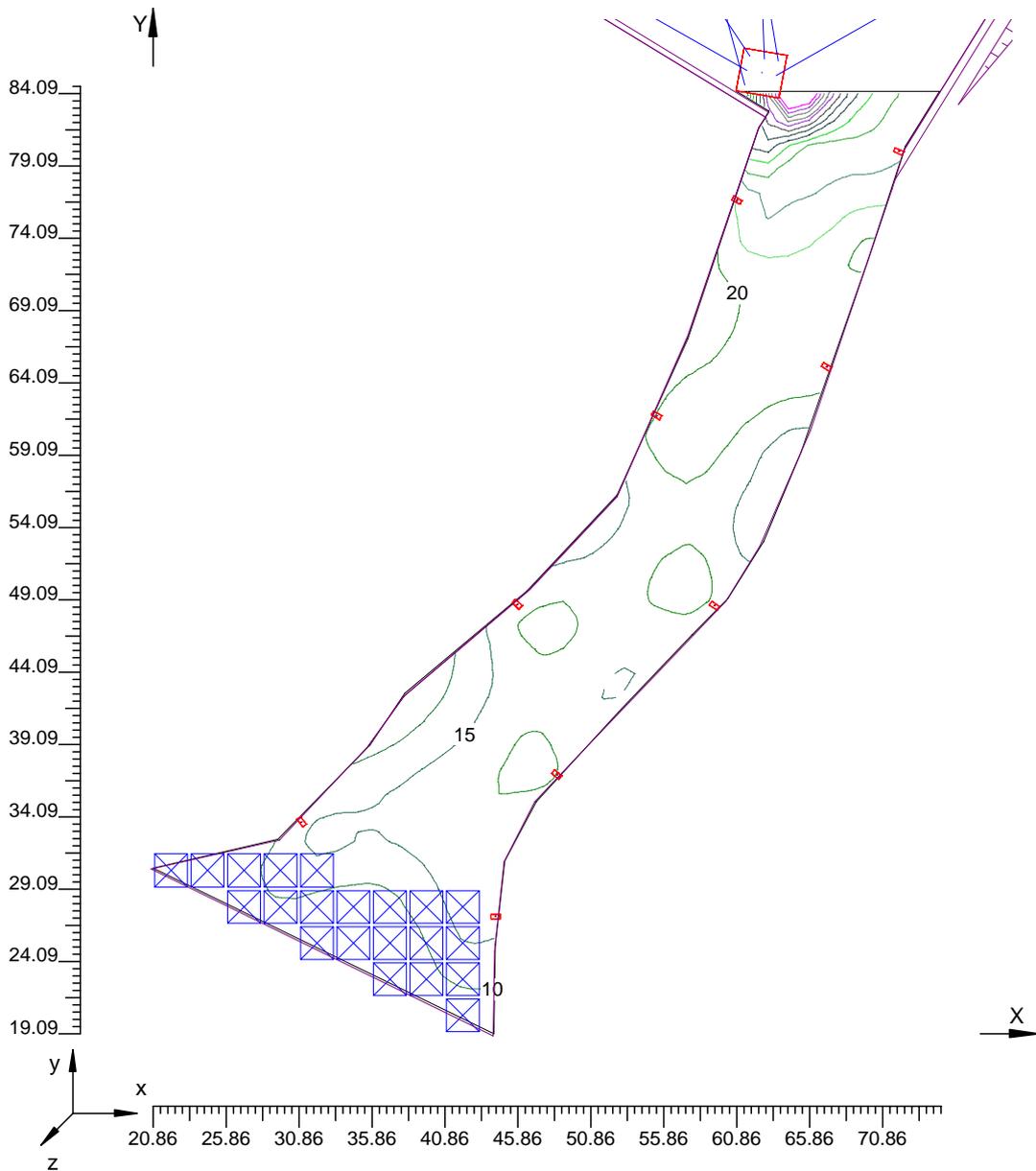
4.2 Curve Isolux su:Suolo 1_1

O (x:20.86 y:19.09 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	21 lux	8 lux	81 lux	0.40	0.10	0.25

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/500



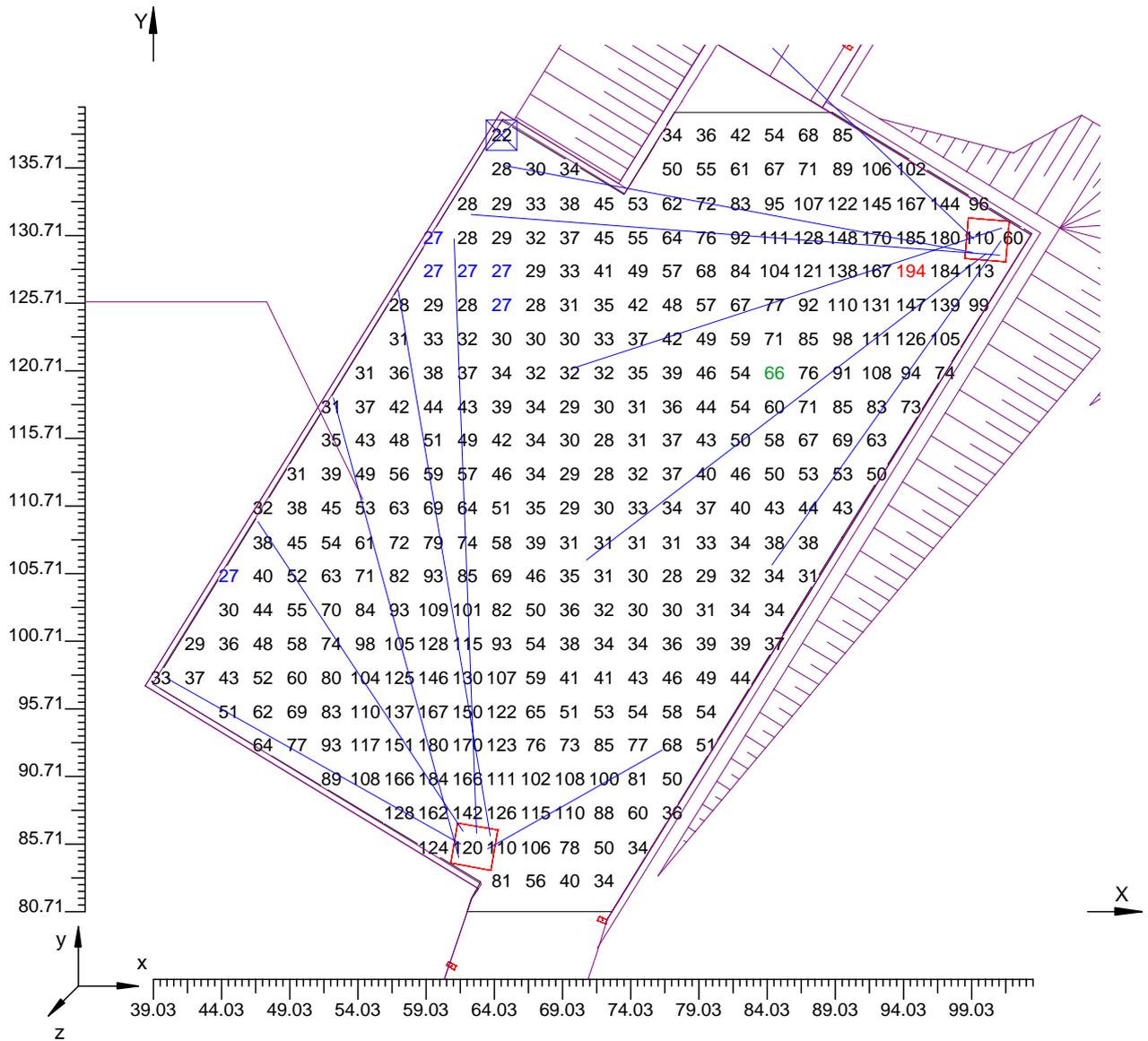
4.3 Valori di Illuminamento su:Suolo 2

O (x:39.03 y:80.71 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	66 lux	27 lux	194 lux	0.41	0.14	0.34

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/500



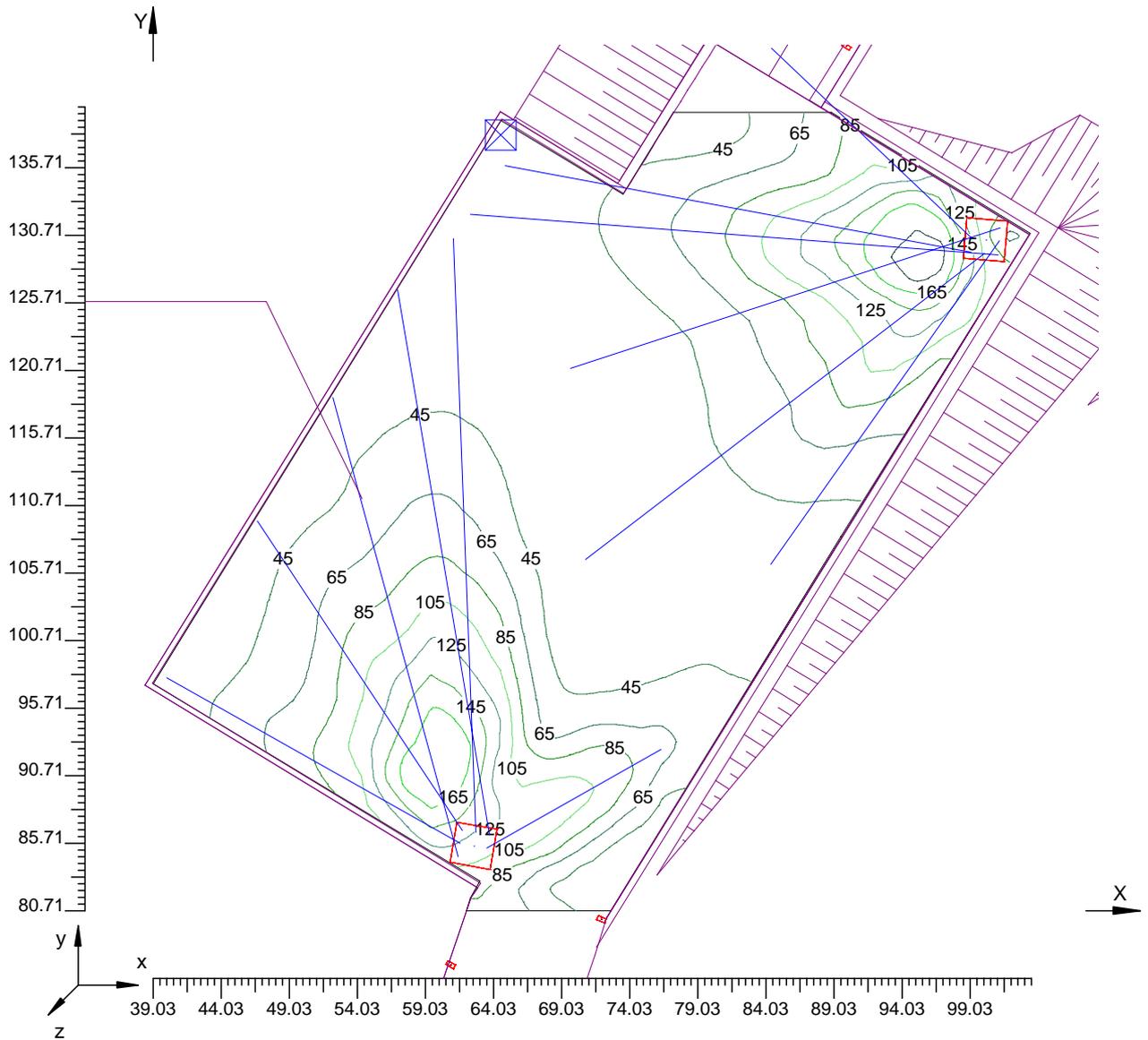
4.4 Curve Isolux su:Suolo 2_1

O (x:39.03 y:80.71 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	66 lux	27 lux	194 lux	0.41	0.14	0.34

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/500



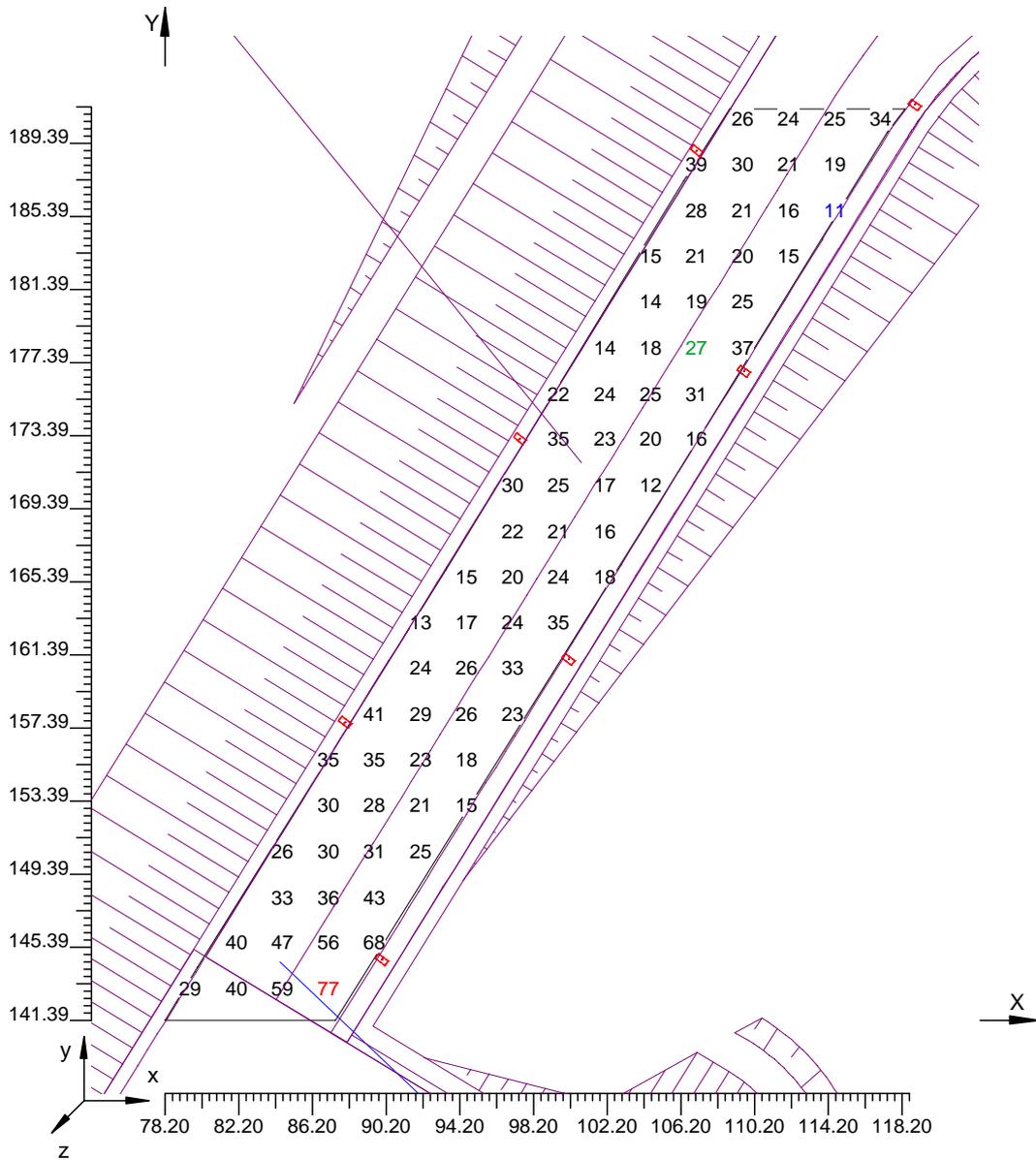
4.5 Valori di Illuminamento su:Suolo 3

O (x:78.20 y:141.39 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	27 lux	11 lux	77 lux	0.40	0.14	0.35

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/400



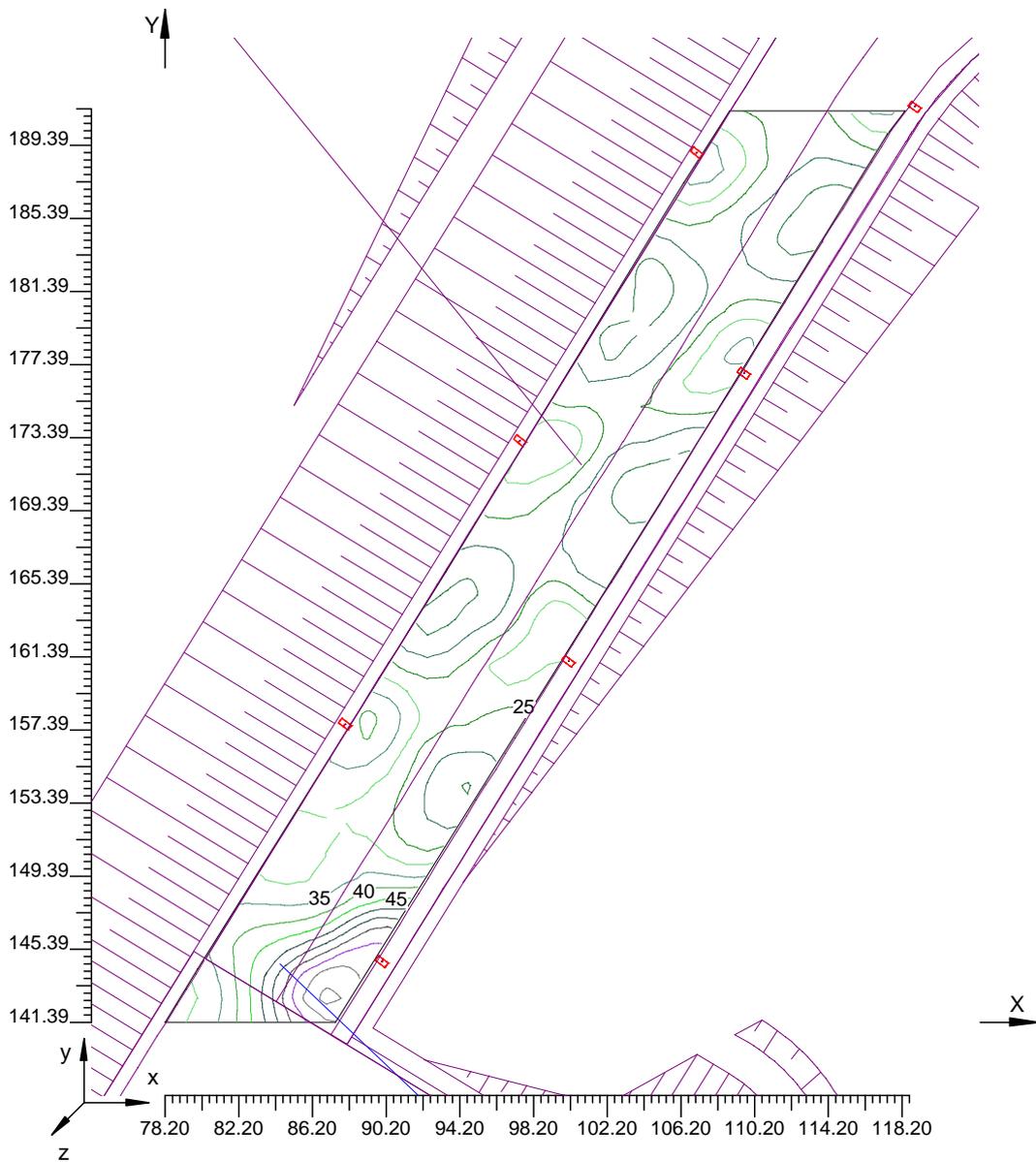
4.6 Curve Isolux su:Suolo 3 1

O (x:78.20 y:141.39 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	27 lux	11 lux	77 lux	0.40	0.14	0.35

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/400



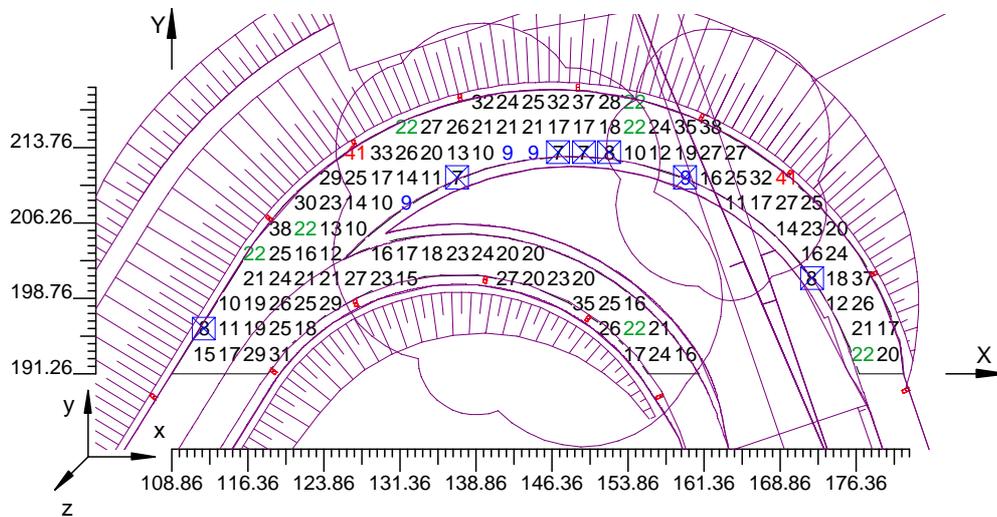
4.7 Valori di Illuminamento su:Suolo 4

O (x:108.86 y:191.26 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	22 lux	9 lux	41 lux	0.41	0.22	0.53

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/750



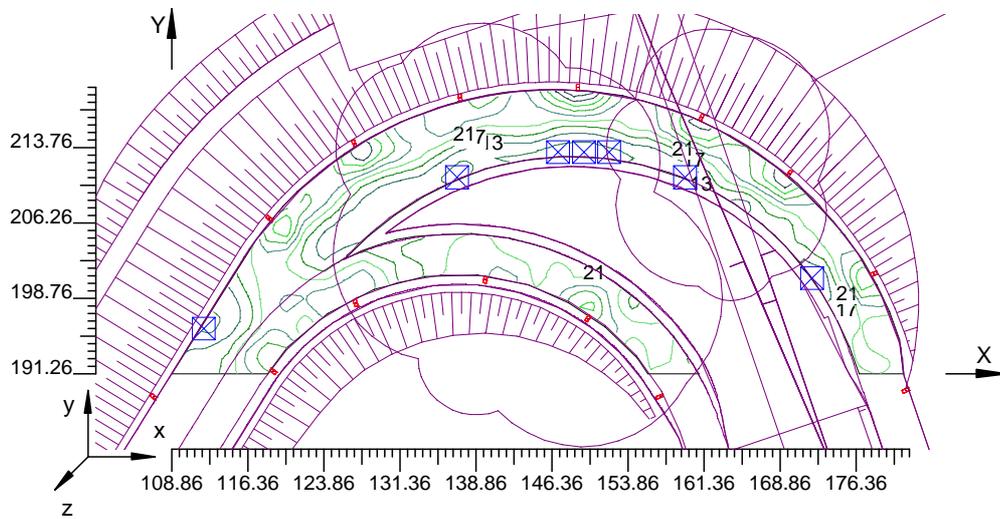
4.8 Curve Isolux su:Suolo 4 1

O (x:108.86 y:191.26 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	22 lux	9 lux	41 lux	0.41	0.22	0.53

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/750



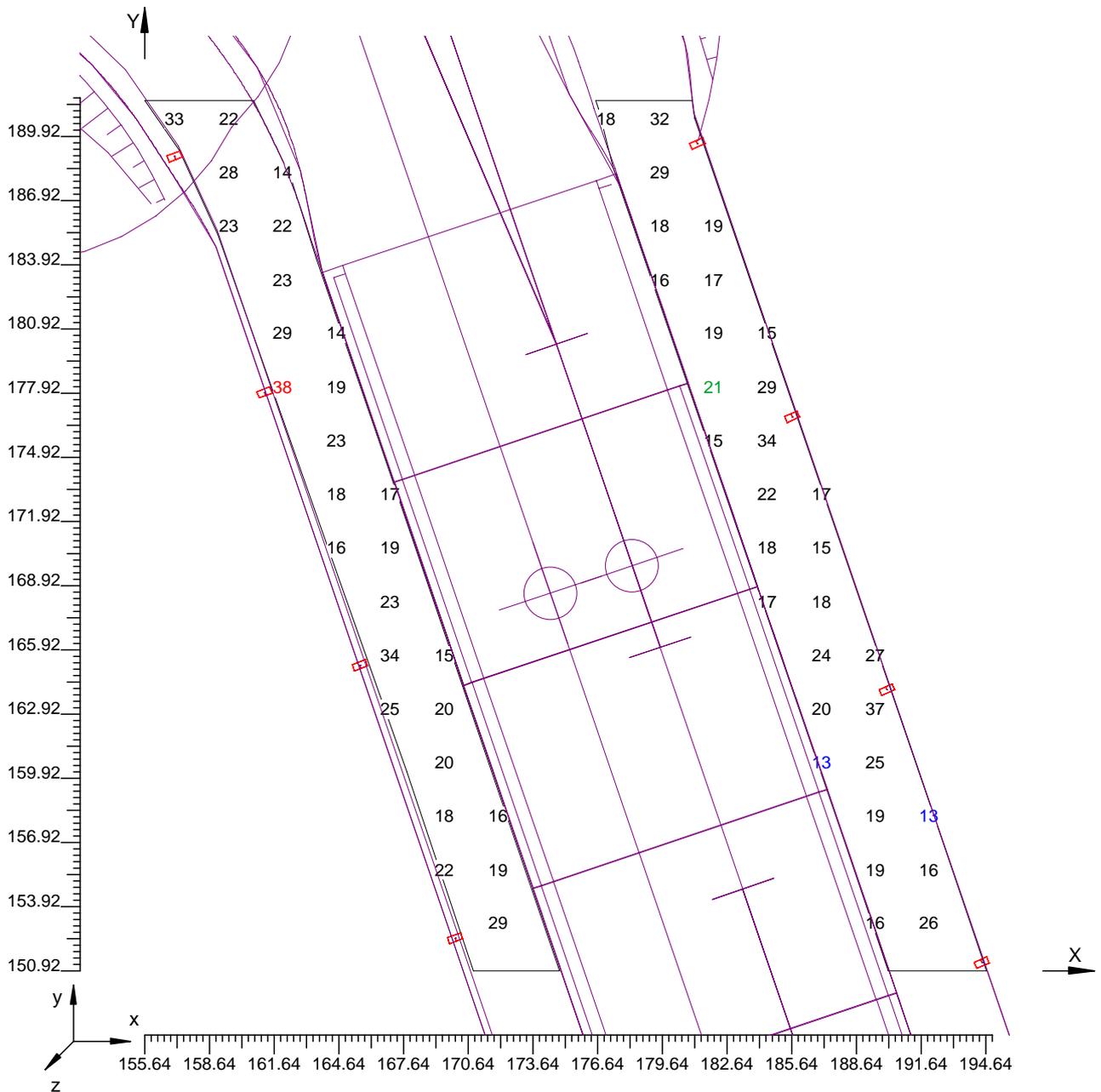
4.9 Valori di Illuminamento su:Suolo 5

O (x:155.64 y:150.92 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	21 lux	13 lux	38 lux	0.60	0.34	0.57

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/300



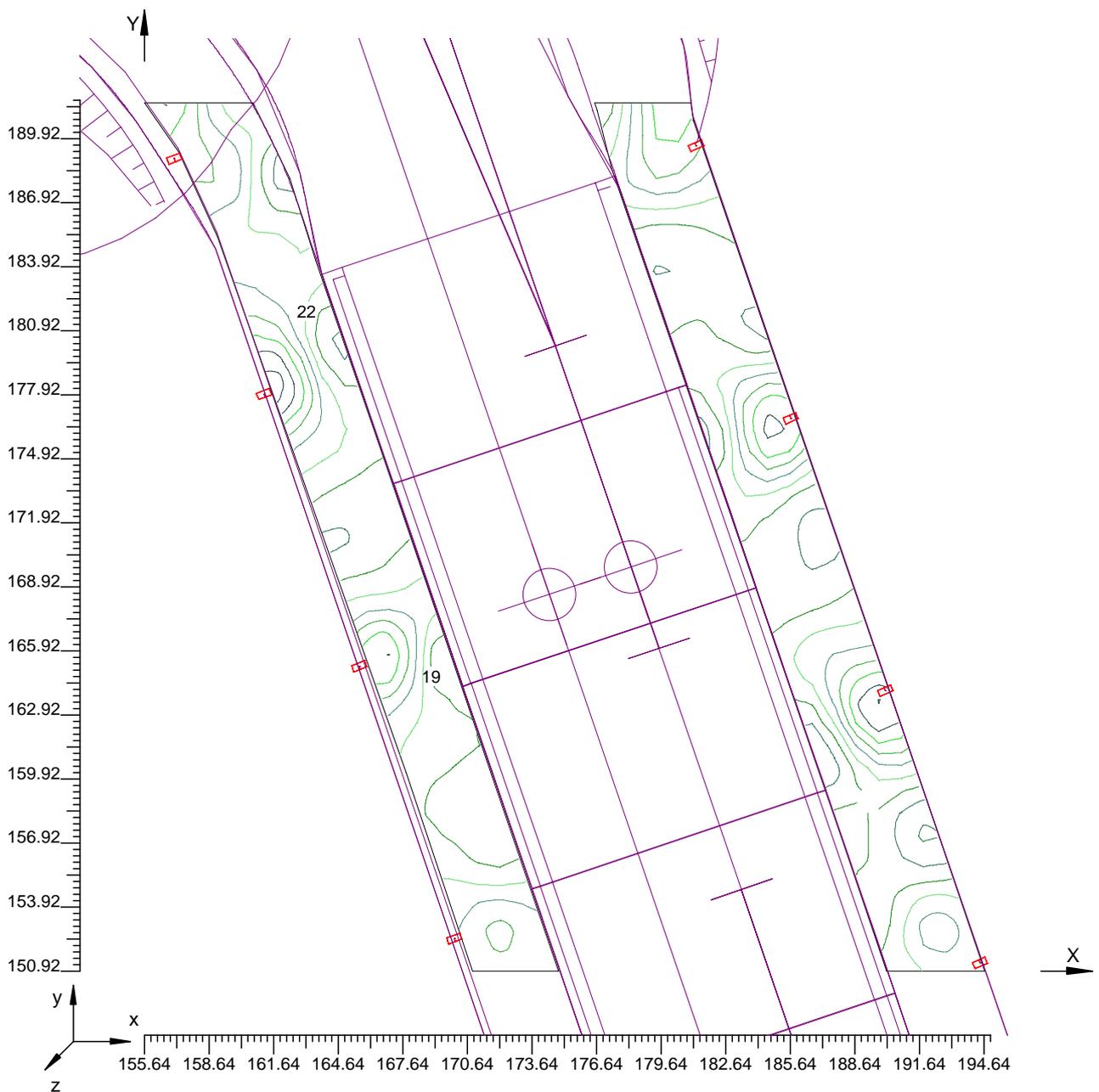
4.10 Curve Isolux su:Suolo 5_1

O (x:155.64 y:150.92 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	21 lux	13 lux	38 lux	0.60	0.34	0.57

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/300



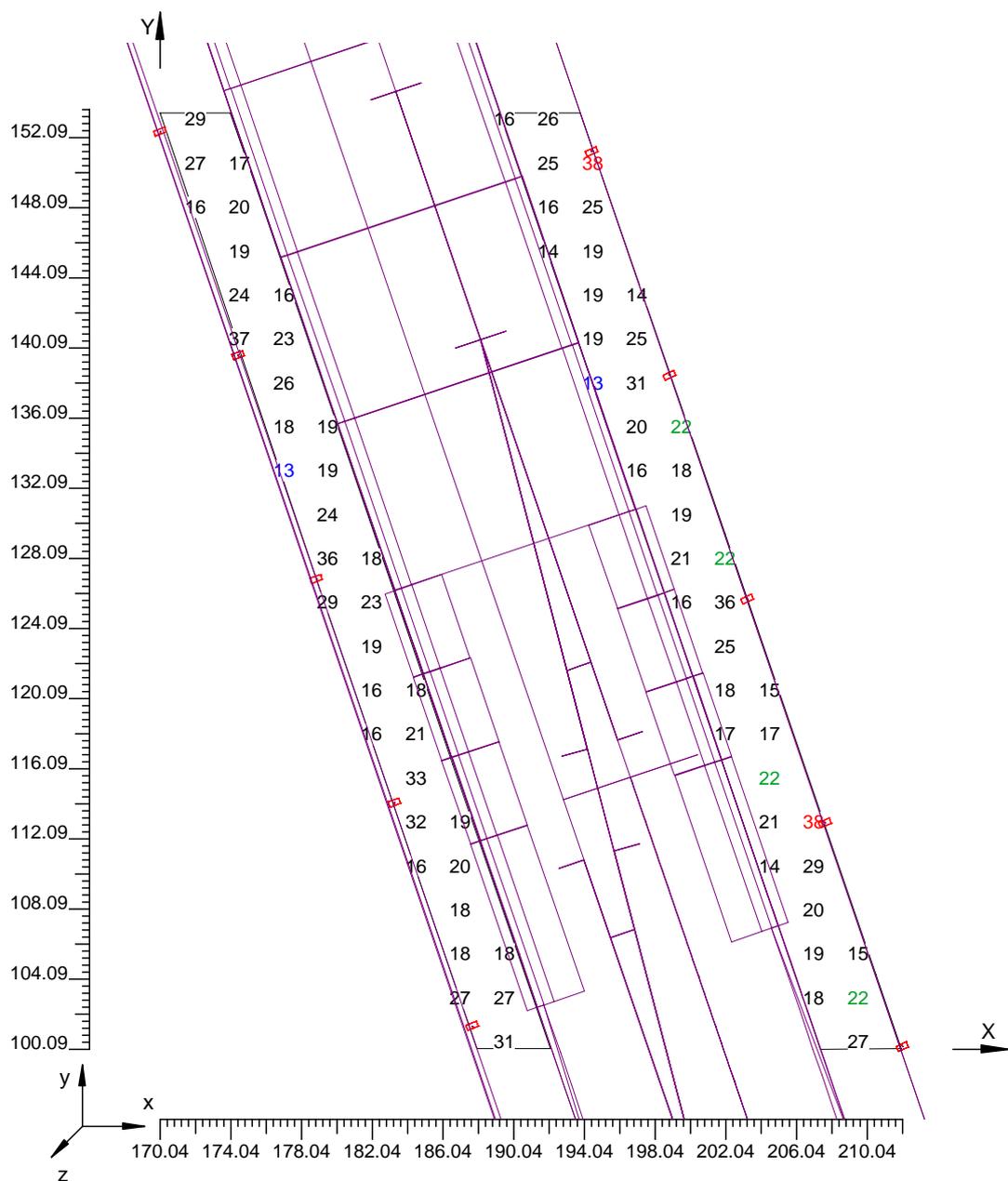
4.11 Valori di Illuminamento su:Suolo_6

O (x:170.04 y:100.09 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	22 lux	13 lux	38 lux	0.60	0.34	0.57

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/400



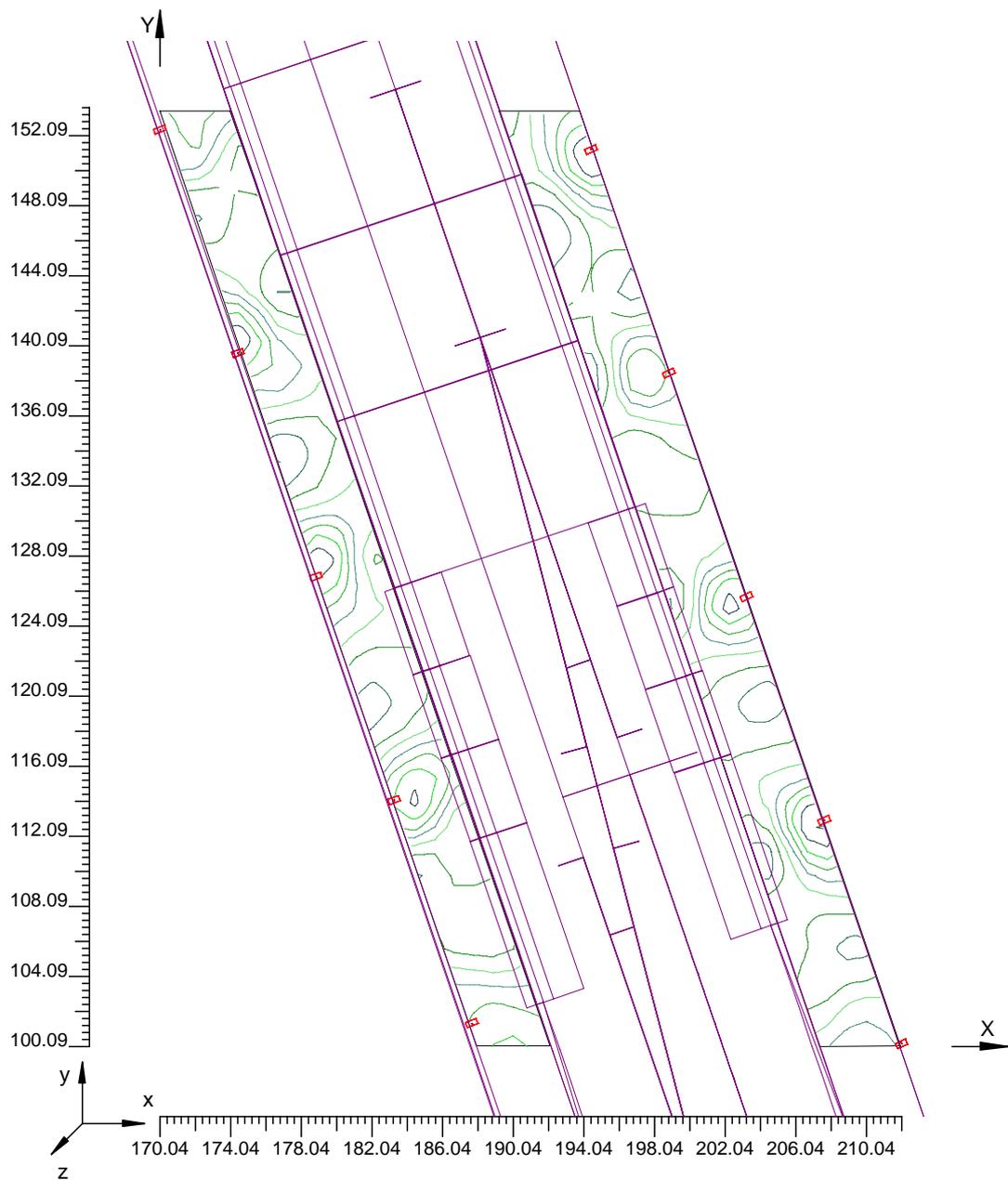
4.12 Curve Isolux su:Suolo_6_1

O (x:170.04 y:100.09 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	22 lux	13 lux	38 lux	0.60	0.34	0.57

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/400



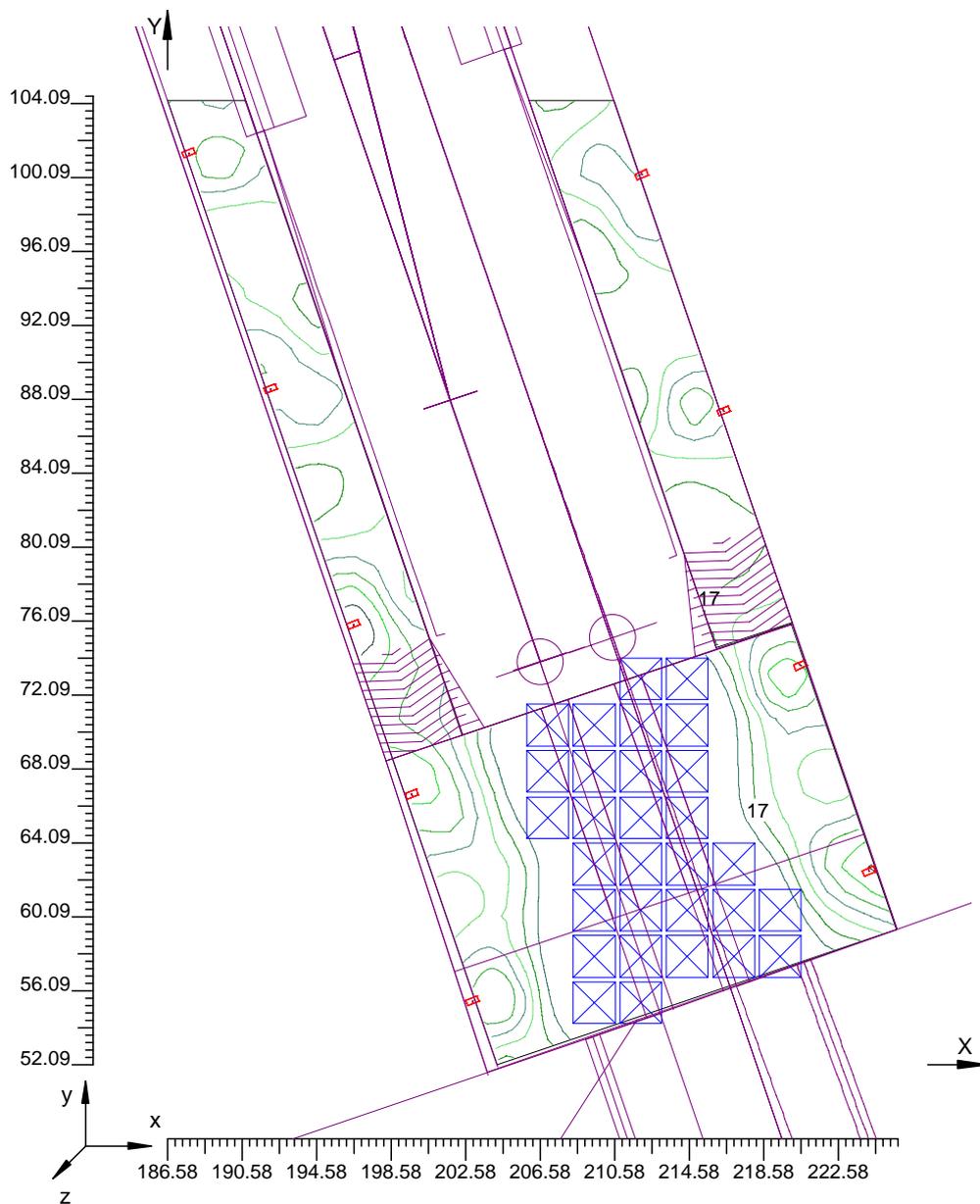
4.14 Curve Isolux su:Suolo 7_1

O (x:186.58 y:52.09 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:2.50 DY:2.51	Illuminamento Orizzontale (E)	22 lux	10 lux	40 lux	0.46	0.25	0.54

Tipo Calcolo

Solo Dir.

Scala 1/400



Informazioni Generali	1
1. Dati Riepilogativi Progetto	
1.1 Informazioni Area	2
1.2 Parametri di Qualità dell'Impianto	2
2. Viste Progetto	
2.1 Vista 2D in Pianta	4
2.2 Vista Laterale	5
2.3 Vista Frontale	6
3. Dati Riepilogativi Apparecchi	
3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi	7
3.2 Informazioni Lampade	7
3.3 Tabella Riepilogativa Apparecchi	7
3.4 Tabella Riepilogativa Puntamenti	8
4. Tabella Risultati	
4.1 Valori di Illuminamento su:Suolo_1	10
4.2 Curve Isolux su:Suolo_1_1	11
4.3 Valori di Illuminamento su:Suolo_2	12
4.4 Curve Isolux su:Suolo_2_1	13
4.5 Valori di Illuminamento su:Suolo_3	14
4.6 Curve Isolux su:Suolo_3_1	15
4.7 Valori di Illuminamento su:Suolo_4	16
4.8 Curve Isolux su:Suolo_4_1	17
4.9 Valori di Illuminamento su:Suolo_5	18
4.10 Curve Isolux su:Suolo_5_1	19
4.11 Valori di Illuminamento su:Suolo_6	20
4.12 Curve Isolux su:Suolo_6_1	21
4.13 Valori di Illuminamento su:Suolo_7	22
4.14 Curve Isolux su:Suolo_7_1	23

Punte di scambio in esterno

illuminazione funzionale punte di scambio

Data: 06.11.2010
Redattore:



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Indice

Punte di scambio in esterno	
Copertina progetto	1
Indice	2
Cariboni Lite S.r.l. CARIBONI_06S5011R2 SET 150 ASYMM 100W ST_20°	
Scheda tecnica apparecchio	3
Punta di scambio all'aperto	
Lampade (lista coordinate)	4
Superfici esterne	
Superficie di calcolo punta di scambio	
Isolinee (E, perpendicolare)	5

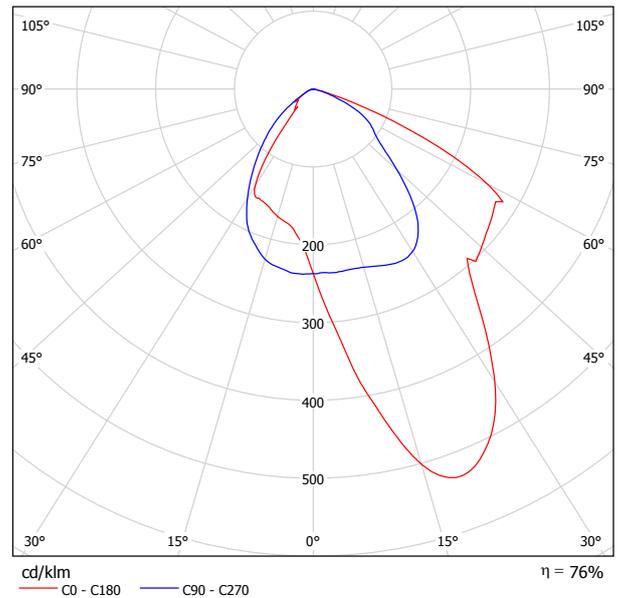


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Cariboni Lite S.r.l. CARIBONI_06S5011R2 SET 150 ASYMM 100W ST_20° / Scheda tecnica apparecchio

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 57 87 99 100 76

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Punta di scambio all'aperto / Lampade (lista coordinate)

Cariboni Lite S.r.l. CARIBONI_06S5011R2 SET 150 ASYMM 100W ST_20°
10000 lm, 100.0 W, 1 x 1 x NAVT100 (Fattore di correzione 1.000).

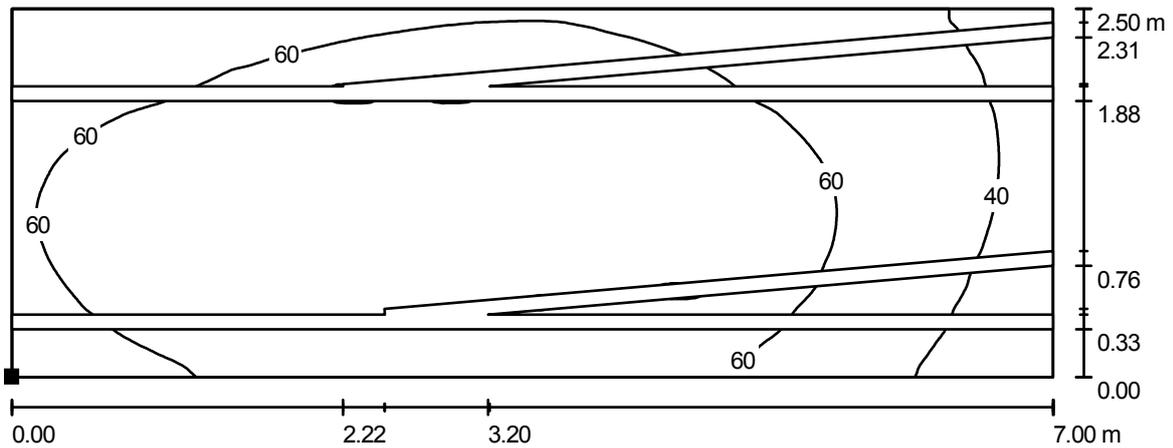


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	9.839	-0.797	5.000	0.0	-25.0	90.0



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Punta di scambio all'aperto / Superficie di calcolo punta di scambio / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 51

Posizione della superficie nella
 scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (6.500 m, 1.950 m, 0.100 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
61	25	78	0.402	0.318

PERCORSI PEDONALI

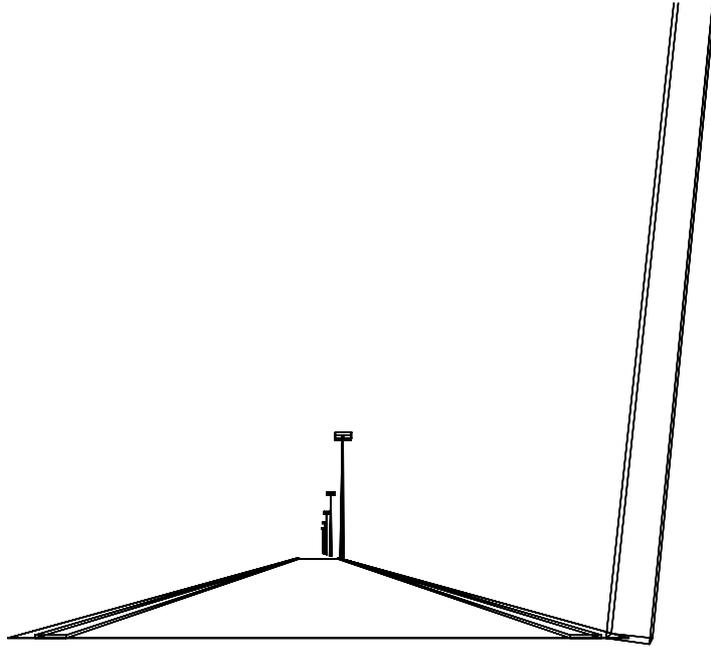
Note Installazione:

Cliente:

Codice Progetto: PRJ5679_TIPOLOGICO

Data: 15/10/2010

Note:



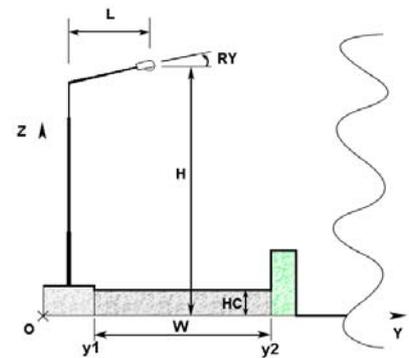
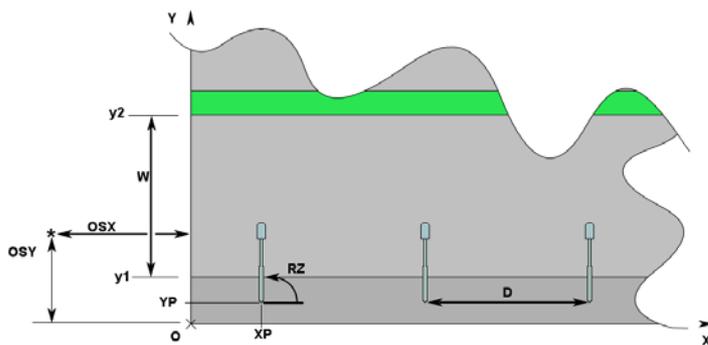
1.1 Informazioni Area

Dati Strada

Zona	Tipo Zona	Corsia	Senso di Marcia	Larghezza [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Calc.Y (ILLUM.)	Pt.Calc.Y (LUMIN.)	h Zona [m] (HC)	Colore	TabellaR	Coeff.Rifl. Fattore q0
Carregg_A	Carrabile	Carregg_A_C1	--->	2.00	0.00	2.00	3	3	0.00	RGB=126,126,126	C2	7.01

Dati di installazione (File di Apparecchi)

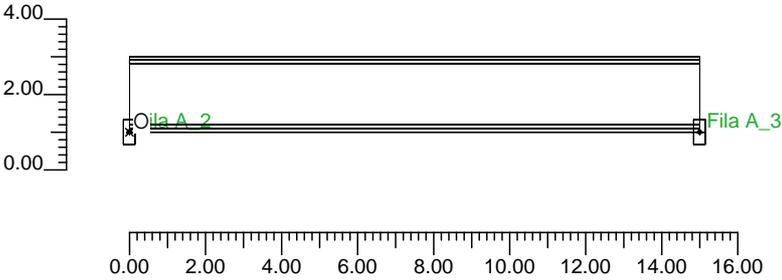
Nome Fila	1° Palo x [m] (XP)	1° Palo y [m] (YP)	Altez.App. [m] (H)	Num. Pali	Interd. [m] (D)	Sbraccio [m] (L)	Incl.App. [°] (RY)	Rot.Sbraccio [°] (RZ)	Incl.Laterale [°] (RX)	Coeff.Manut. [%]	Codice Apparecchio	Flusso [lm]	Rifer.
Fila A	0.00	0.00	5.00	---	15.00	0.00	0	90	0	80.00	CARIBONI_06GN206R35000	5000	A



2.1 Vista 2D in Pianta

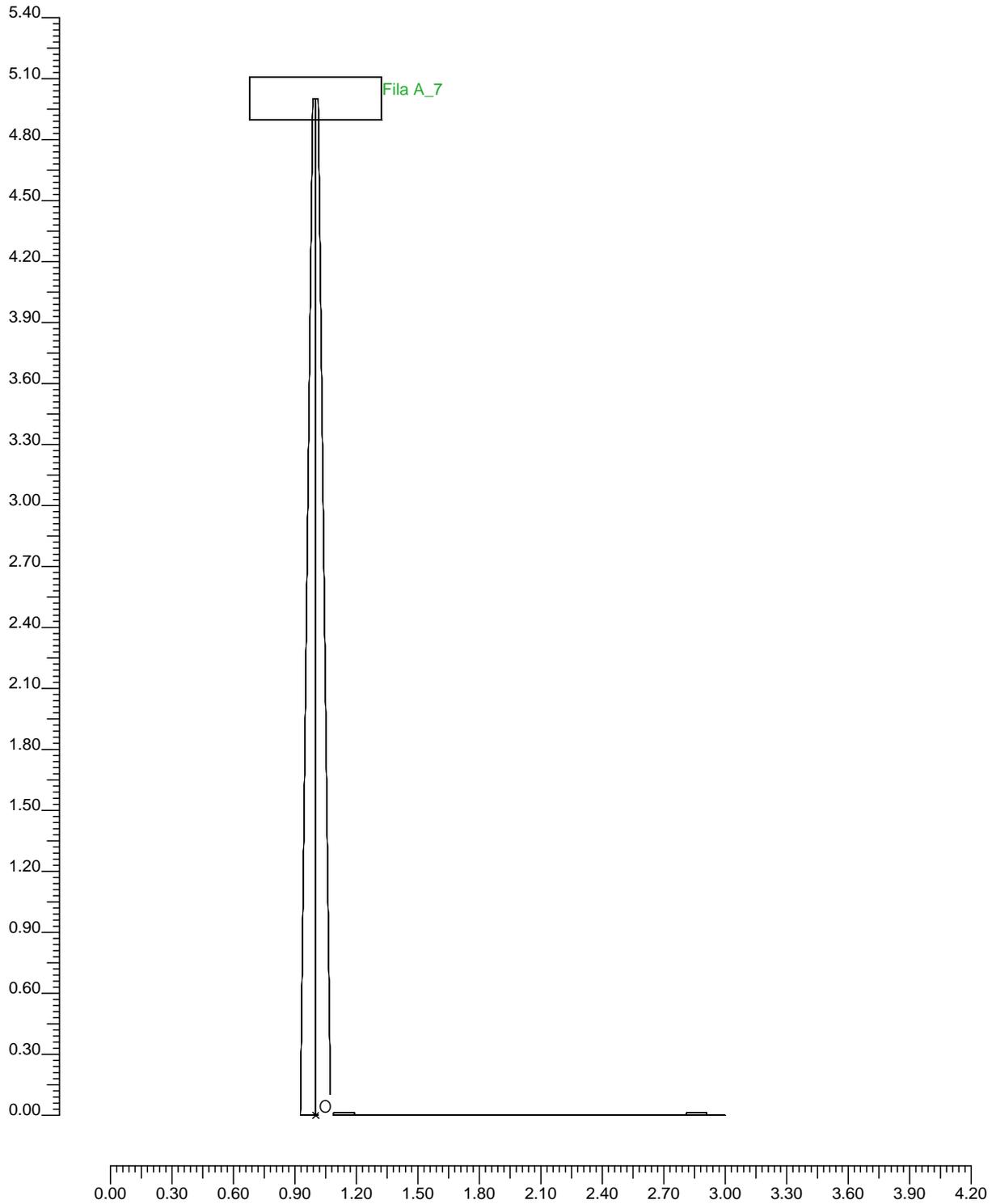
Scala 1/200

Fila A_1



2.2 Vista Laterale

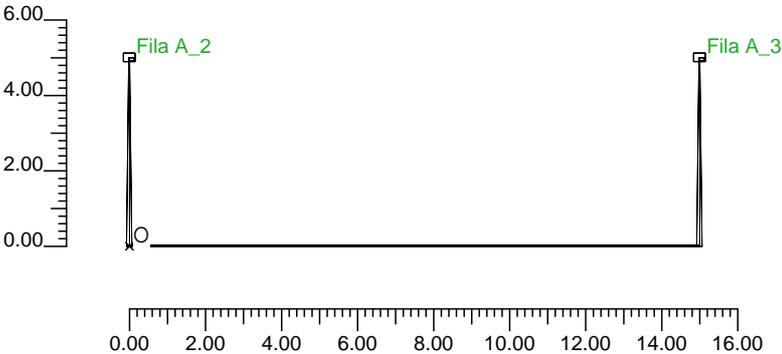
Scala 1/30



2.3 Vista Frontale

Scala 1/200

Fila A_1



3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi

Rifer.	Linea	Nome Apparecchio (Nome Rilievo)	Codice Apparecchio (Codice Rilievo)	Apparecchi N.	Rif.Lamp.	Lampade N.
A	GENESIS VETRO PIANO	GENESIS VETRO PIANO 70W ME (GENESIS VP 70W ME)	CARIBONI_06GN212R5 (GS01308-70ME)	-	LMP-A	1

3.2 Informazioni Lampade

Rif.Lamp.	Tipo	Codice	Flusso [lm]	Potenza [W]	Colore [K]	N.
LMP-A	ME 75	0020811	5000	75	3000	-

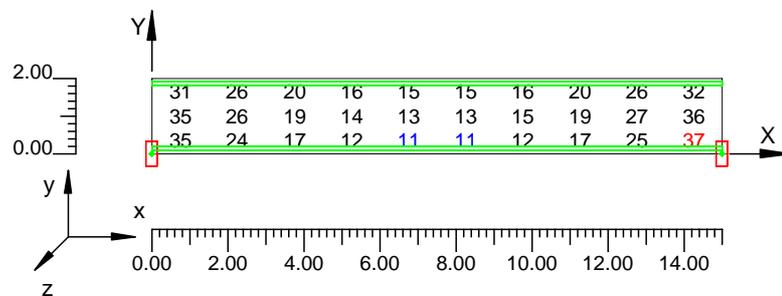
4.1 Valori di Illuminamento su:Carregg A

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:1.50 DY:0.67	Illuminamento Orizzontale (E)	21 lux	11 lux	37 lux	0.51	0.29	0.58

Tipo Calcolo

Solo Dir. + Arredi

Scala 1/200



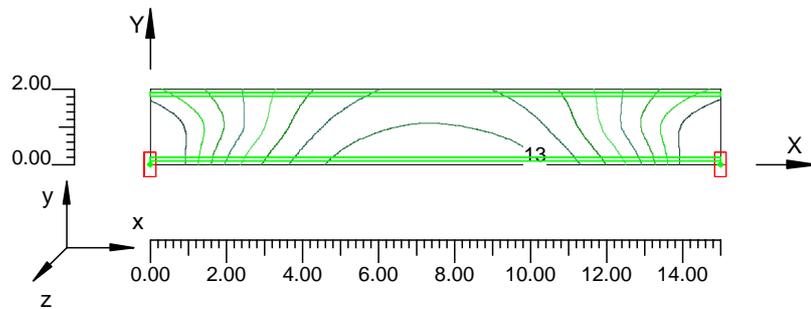
4.2 Curve Isolux su:Carregg A 1

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Risultati	Medio	Minimo	Massimo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
DX:1.50 DY:0.67	Illuminamento Orizzontale (E)	21 lux	11 lux	37 lux	0.51	0.29	0.58

Tipo Calcolo

Solo Dir. + Arredi

Scala 1/200



Informazioni Generali	1
1. Dati Riepilogativi Progetto	
1.1 Informazioni Area	2
2. Viste Progetto	
2.1 Vista 2D in Pianta	3
2.2 Vista Laterale	4
2.3 Vista Frontale	5
3. Dati Riepilogativi Apparecchi	
3.1 Informazioni Apparecchi/Rilievi	6
3.2 Informazioni Lampade	6
4. Tabella Risultati	
4.1 Valori di Illuminamento su:Carregg_A	7
4.2 Curve Isolux su:Carregg_A_1	8

ALLEGATO 8
CALCOLO ELENCO PUNTI CONTROLLATI SISTEMA DI SUPERVISIONE

GALLERIA FERROVIARIA E PIAZZALI										
ELENCO PUNTI CONTROLLATI PER TIPICI										
DESCRIZIONE TIPICO	COMPONENTE CONTROLLATO	GRANDEZZE ACQUISITE	MODALITA' DI ACQUISIZIONE	DI	DO	AI	AO	LINEE RS 485 - RS 232	Ethernet	
Q_MT generale	selettore LOC/REM	stato selettore	contatti cablati in morsettieria	2						
	Dispositivo di Rx su f.o. selettività logica	anomalia	contatti cablati in morsettieria	2						
	Dispositivo di Tx su f.o. selettività logica	anomalia	contatti cablati in morsettieria	2						
	Gateway RS485/Ethernet	controllo e comunicazione	linea ethernet						1	
TOTALE TIPICO				6	0	0	0	0	1	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	Interruttore e relè di protezione	Stato e scattato interruttore, comando interruttore, misure I e V, autodiagnostica	linea seriale					1		
	Relè di protezione	Diagnostica	contatti cablati in morsettieria	1						
	Interruttore	Stato, comando interruttore	contatti cablati in morsettieria	2	2					
	selettore LOC/REM	stato selettore	contatti cablati in morsettieria	2						
	Interruttore ausiliari: motorizzazioni, resistenze anticondensa	stato	contatti cablati in morsettieria	1						
	Interruttore ausiliari: relè di pretezioni e misure	stato	contatti cablati in morsettieria	1						
	Sezionatore di linea	stato sezionatore di linea	contatti cablati in morsettieria	1						
Sezionatore di terra	stato sezionatore di terra	contatti cablati in morsettieria	1							
TOTALE TIPICO				9	2	0	0	1		
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	Sezionatore di linea	stato sezionatore di linea	contatti cablati in morsettieria	1						
	Sezionatore di linea	comando sezionatore di linea	contatti cablati in morsettieria		2					
	selettore LOC/REM	stato selettore	contatti cablati in morsettieria	2						
	Interruttore ausiliari: motorizzazioni, resistenze anticondensa	stato	contatti cablati in morsettieria	1						
TOTALE TIPICO				5	2	0	0	0		
Q_MT Unità funzionale misure	Interruttori secondari TV	stato	contatti cablati in morsettieria	2						
	Interruttore ausiliari: resistenze anticondensa	stato	contatti cablati in morsettieria	1						
TOTALE TIPICO				3	0	0	0	0		
Trasformatore MT/bt	box trasformatore	segnalazione apertura box	contatti cablati in morsettieria	1						
TOTALE TIPICO				1	0	0	0	0		
Pannello di visualizzazione touch screen	Comunicazione e controllo	controllo e comunicazione	linea ethernet						1	
TOTALE TIPICO				0	0	0	0	0	1	
Q_BT	Generale quadro rete (A)	Misure (V,A,W,VA,f)	linea seriale					1		
	Generale quadro rete (B)	Misure (V,A,W,VA,f)	linea seriale					1		
	IGEN1	Stato, comando e scattato, autodiagnostica relè	linea seriale					1		
	IGEN1	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN1	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN1	Selettore manuale automatico	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN1	Scattato relè	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN1	Anomalia relè	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN1	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria		2					
	IGEN2	Stato, comando e scattato, autodiagnostica relè	linea seriale					1		
	IGEN2	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN2	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN2	Selettore manuale automatico	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN2	Scattato relè	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN2	Anomalia relè	contatti cablati in morsettieria	1						
	IGEN2	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria		2					
	CON 1	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
	CON 1	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1						
	CON 1	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria		2					
	CON 2	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
	CON 2	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1						
	CON 2	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria		2					
	Relè minima tensione	Presenza tensione lato pari / dispari 400 Vac	contatti cablati in morsettieria	3						
	Trasformatore 400/400 Vac	Allarme temperatura	contatti cablati in morsettieria	2						
	Termostato quadro	Superamento soglia	contatti cablati in morsettieria	1						
	Partenze derivate sezione ordinaria	Scattato	contatti cablati in morsettieria	35						
	Partenze derivate sezione CA	Scattato	contatti cablati in morsettieria	35						
	Scaricatori	segnalazione intervento	contatti cablati in morsettieria	2						
	Commutatore UPS - by-pass	Stato commutatore	contatti cablati in morsettieria	2						
	selettore M_O_A comando accensioni luci piazzale	stato selettore	contatti cablati in morsettieria	2						
	Centralina di controllo illuminazione esterna	Dettagli informazioni di sistema	n.1 linea seriale RS485						1	
	Gateway RS485/Ethernet	controllo e comunicazione	linea ethernet							
	Comando contattore illuminazione esterna	Comando contattore	contatti cablati in morsettieria	2	2					
	Crepusolare	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
	Interruttore diff. UPS	Stato	contatti cablati in morsettieria	2						
	Alimentatore 1 - 230/24Vcc	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1						
	Alimentatore 2 - 230/24Vcc	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1						
	TOTALE TIPICO				98	10	0	0	5	1
	UPS	UPS	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsettieria	1					
		UPS	Funzionamento da batteria	contatti cablati in morsettieria	1					
UPS		Spegnimento forzato UPS	contatti cablati in morsettieria		1					
UPS		Test batterie	contatti cablati in morsettieria		1					
UPS		Funzionamento da By-Pass	contatti cablati in morsettieria	1						
UPS		Batteria scarica e relativo preallarme	contatti cablati in morsettieria	2						
TOTALE TIPICO				6	2	0	0	0	0	

GALLERIA FERROVIARIA E PIAZZALI									
ELENCO PUNTI CONTROLLATI PER TIPICI									
DESCRIZIONE TIPICO	COMPONENTE CONTROLLATO	GRANDEZZE ACQUISITE	MODALITA' DI ACQUISIZIONE	DI	DO	AI	AO	LINEE RS 485 - RS 232	Ethernet
QdT_B	IA	Stato, comando e scattato, autodiagnostica relè	linea seriale					1	
	IA	Stato	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Inserito/estratto	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Selettore manuale, automatico	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Scattato relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Anomalia relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	c.to.c.to filo pilota (rame)	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Mancata apertura IA	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsetteria		1				
	IA	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsetteria		2				
	IA	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsetteria		1				
	SA	Stato	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Stato, comando e scattato, autodiagnostica relè	linea seriale						1
	IB	Stato	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Inserito/estratto	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Selettore manuale, automatico	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Scattato relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Anomalia relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsetteria	1					
IB	c.to.c.to filo pilota (rame)	contatti cablati in morsetteria	1						
IB	Mancata apertura IA	contatti cablati in morsetteria	1						
IB	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsetteria		1					
IB	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsetteria		2					
IB	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsetteria		1					
SB	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Gateway RS485/Ethernet	controllo e comunicazione	linea ethernet							1
IT_GEN	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
IT_GEN	Scattato	contatti cablati in morsetteria	1						
IT_GEN	Inserito/estratto	contatti cablati in morsetteria	1						
Trasformatore 1000/400 Vac	Allarme temperatura	contatti cablati in morsetteria	1						
Trasformatore 1000/400 Vac	Allarme isolamento	contatti cablati in morsetteria	1						
Relè minima tensione	Presenza tensione lato 230 Vac	contatti cablati in morsetteria	1						
Partenze derivate sezione normale	Stato	contatti cablati in morsetteria	6						
Contattore ventola quadro	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore ventola quadro	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore resistenza anticondensa	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore quadro prese VVF	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore armadio foro portatile	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore alimentazione TEM+DS+SWITCH	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore alimentazione QdB	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore sistema accumulo energia	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Sezionatori sistema accumulo energia A,B	Stato	contatti cablati in morsetteria	2						
Interrutt. MAE(230Vac)+PMAE+pulsanti luminosi	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore illuminazione di riferimento	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Contattore illuminazione di riferimento	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore luci sx 1	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Contattore luci sx 1	Stato e comando apri/chiedi	contatti cablati in morsetteria	1	2					
Interruttore luci dx 1	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Contattore luci dx 1	Stato e comando apri/chiedi	contatti cablati in morsetteria	1	2					
Alimentatore 1 - 230Vac /24Vdc	Anomalia	contatti cablati in morsetteria	1						
Alimentatore 2 - 230Vac /24Vdc	Anomalia	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore MAE(24Vdc)	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore alim.UdTI(PLC)+Aux QdT+	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
controllore isolamento	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore motor.	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore switch	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Quadro elettrico	Micro stato porta	contatti cablati in morsetteria	1						
Termostato quadro	Superamento soglia	contatti cablati in morsetteria	1						
PLC	Anomalia	contatti cablati in morsetteria	1						
PLC	segnalazione intervento scaricatore	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Allarme generale	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Allarme generale	contatti cablati in morsetteria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Pressione pulsanti a fungo	contatti cablati in morsetteria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Anomalia lampada, LED pulsante o di sistema	contatti cablati in morsetteria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Comando accensione luci	contatti cablati in morsetteria		1					
Centralina di controllo (es. Andros T)	Reset allarme pressione pulsante	contatti cablati in morsetteria		1					
Centralina di controllo (es. Andros T)	Dettagli informazioni di sistema	n.1 linea seriale RS485						1	
TOTALE TIPICO				68	14	0	0	3	1
QdT_N	IA	Stato, comando e scattato, autodiagnostica relè	linea seriale					1	
	IA	Stato	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Inserito/estratto	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Selettore manuale, automatico	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Scattato relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Anomalia relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	c.to.c.to filo pilota (rame)	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Mancata apertura IA	contatti cablati in morsetteria	1					
	IA	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsetteria		1				
	IA	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsetteria		2				
	IA	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsetteria		1				
	SA	Stato	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Stato, comando e scattato, autodiagnostica relè	linea seriale						1
	IB	Stato	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Inserito/estratto	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Selettore manuale, automatico	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Scattato relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Anomalia relè	contatti cablati in morsetteria	1					
	IB	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsetteria	1					
IB	c.to.c.to filo pilota (rame)	contatti cablati in morsetteria	1						
IB	Mancata apertura IA	contatti cablati in morsetteria	1						
IB	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsetteria		1					
IB	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsetteria		2					
IB	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsetteria		1					
SB	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Gateway RS485/Ethernet	controllo e comunicazione	linea ethernet							1
IT_GEN	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
IT_GEN	Scattato	contatti cablati in morsetteria	1						
IT_GEN	Inserito/estratto	contatti cablati in morsetteria	1						
Trasformatore 1000/230 Vac	Allarme temperatura	contatti cablati in morsetteria	1						
Trasformatore 1000/230 Vac	Allarme isolamento	contatti cablati in morsetteria	1						
Relè minima tensione	Presenza tensione lato 230 Vac	contatti cablati in morsetteria	1						
Partenze derivate sezione normale	Stato	contatti cablati in morsetteria	6						
Interruttore resistenza anticondensa	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore quadro prese VVF	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore armadio foro portatile	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore alimentazione TEM+DS+SWITCH	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Partenze derivate sezione CA	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interrutt. MAE(230Vac)+PMAE+pulsanti luminosi	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore illuminazione di riferimento	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Contattore illuminazione di riferimento	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore luci sx 1	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Contattore luci sx 1	Stato e comando apri/chiedi	contatti cablati in morsetteria	1	2					
Interruttore luci dx 1	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Contattore luci dx 1	Stato e comando apri/chiedi	contatti cablati in morsetteria	1	2					
Interruttore sistema accumulo energia	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Sezionatori sistema accumulo energia A,B	Stato	contatti cablati in morsetteria	2						
Alimentatore 1 - 230Vac /24Vdc	Anomalia	contatti cablati in morsetteria	1						
Alimentatore 2 - 230Vac /24Vdc	Anomalia	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore illuminazione nicchione	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore MAE(24Vdc)	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore alim.UdTI(PLC)+Aux QdT+	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
controllore isolamento	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore motor.	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Interruttore switch	Stato	contatti cablati in morsetteria	1						
Quadro elettrico	Micro stato porta	contatti cablati in morsetteria	1						
Termostato quadro	Superamento soglia	contatti cablati in morsetteria	1						
PLC	Anomalia	contatti cablati in morsetteria	1						
PLC	segnalazione intervento scaricatore	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 1	Allarme generale	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsetteria	1						
Sistema accumulo energia 2	Allarme generale	contatti cablati in morsetteria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Pressione pulsanti a fungo	contatti cablati in morsetteria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Anomalia lampada, LED pulsante o di sistema	contatti cablati in morsetteria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Comando accensione luci	contatti cablati in morsetteria		1					
Centralina di controllo (es. Andros T)	Reset allarme pressione pulsante	contatti cablati in morsetteria		1					
Centralina di controllo (es. Andros T)	Dettagli informazioni di sistema	n.1 linea seriale RS485						1	
TOTALE TIPICO				67	14	0	0	3	1

GALLERIA FERROVIARIA E PIAZZALI
ELENCO PUNTI CONTROLLATI PER TIPICI

DESCRIZIONE TIPICO	COMPONENTE CONTROLLATO	GRANDEZZE ACQUISITE	MODALITA' DI ACQUISIZIONE	DI	DO	AI	AO	LINEE RS 485 - RS 232	Ethernet
QdB	SA	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	SA	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1					
	SB	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	SB	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1					
	Commutatore rete A - rete B	Stato commutatore	contatti cablati in morsettieria	2					
	Relè minima tensione	Presenza tensione lato pari / dispari 400 Vac	contatti cablati in morsettieria	3					
	Partenze derivate sezione normale	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Contattore ventola quadro	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore ventola quadro	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore apparati GSM	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore apparati GSM-R/SDH	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Apparati antintrusione e controllo accessi	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore apparati rivelazione incendio	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore resistenza anticondensa	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore alimentazione TEM+DS+SWITCH	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore UPS	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Partenze derivate sezione CA	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interrutt. UdB+Aux QdT+ controllore isolamento	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interrutt. MAE(230Vac)+PMAE+pulsanti luminosi	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore luci	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Contattore luci	Stato e comando apri/chiedi	contatti cablati in morsettieria	1	2				
	Interruttore sistema accumulo energia	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Sezionatori sistema accumulo energia A.B	Stato	contatti cablati in morsettieria	2					
	Alimentatore 1 - 230/24Vcc	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1					
	Alimentatore 2 - 230/24Vcc	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1					
Alimentatore 3 - 230/24Vcc	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1						
Alimentatore 4 - 230/24Vcc	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1						
Interruttore segnaletica luminosa	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
Contattore segnaletica luminosa	Comando apertura	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Interruttore MAE(24Vdc)+Aux QdT	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
Quadro elettrico	Micro stato porta	contatti cablati in morsettieria	1						
Termostato quadro	Superamento soglia	contatti cablati in morsettieria	1						
Gateway RS485/Ethernet	controllo e comunicazione	linea ethernet							1
PLC	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1						
PLC	segnalazione intervento scaricatore	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 1	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 1	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 1	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 1	Allarme generale	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 2	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 2	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 2	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 2	Allarme generale	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 3	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 3	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 3	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 3	Allarme generale	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 4	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 4	Funzionamento da condensatore	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 4	Carica condensatore > 85 %	contatti cablati in morsettieria	1						
Sistema accumulo energia 4	Allarme generale	contatti cablati in morsettieria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Pressione pulsanti a fungo	contatti cablati in morsettieria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Anomalia lampada, LED pulsante o di sistema	contatti cablati in morsettieria	1						
Centralina di controllo (es. Andros T)	Comando accensione luci	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Centralina di controllo (es. Andros T)	Reset allarme pressione pulsante	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Centralina di controllo (es. Andros T)	Dettagli informazioni di sistema	n.1 linea seriale RS485						1	
Partenza ventilatore VP1	stato selettore	contatti cablati in morsettieria	2						
Contattore di linea ventilatore VP1	comando marcia	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Contattore di linea ventilatore VP1	stato marcia	contatti cablati in morsettieria	1						
Temperatura avvolgimenti ventilatore VP1	allarme e valore	linea seriale	1					1	
Inverter ventilatore VP1	comando regolazione e stato marcia	linea seriale	1					1	
Inverter ventilatore VP1	allarme inverter	contatti cablati in morsettieria	1						
Partenza ventilatore VP2	selettore man-0-aut	contatti cablati in morsettieria	2						
Contattore ventilatore VP2	comando marcia	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Contattore ventilatore VP2	stato marcia	contatti cablati in morsettieria	1						
Inverter ventilatore VP2	comando regolazione e stato marcia	linea seriale	1					1	
Inverter ventilatore VP2	allarme inverter	contatti cablati in morsettieria	1						
Temperatura avvolgimenti ventilatore VP2	allarme e valore	linea seriale	1					1	
Vibrazione cuscinetti ventilatori VP1-VP2	allarme e valore vibrazione	contatti cablati in morsettieria	4					1	
Centralina vibraz. ventilatore VP1-VP2	stato interrogazione	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Partenza serranda motorizzata modulante SM1	selettore man-0-aut	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda motorizzata modulante SM1	comando apre/chiede	contatti cablati in morsettieria	1				1		
Partenza serranda motorizzata modulante SM1	stato fine corsa ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda motorizzata modulante SM2	selettore man-0-aut	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda motorizzata modulante SM2	comando apre/chiede	contatti cablati in morsettieria	1				1		
Partenza serranda motorizzata modulante SM2	stato fine corsa ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda motorizzata modulante SM3	selettore man-0-aut	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda motorizzata modulante SM3	comando apre/chiede	contatti cablati in morsettieria	1				1		
Partenza serranda motorizzata modulante SM3	stato fine corsa ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda motorizzata modulante SM4	selettore man-0-aut	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda motorizzata modulante SM4	comando apre/chiede	contatti cablati in morsettieria	1				1		
Partenza serranda motorizzata modulante SM4	stato fine corsa ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda tagliafuoco SF1	stato ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda tagliafuoco SF1	comando sgancio	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Partenza serranda tagliafuoco SF2	stato ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda tagliafuoco SF2	comando sgancio	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Partenza serranda tagliafuoco SF3	stato ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda tagliafuoco SF3	comando sgancio	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Partenza serranda tagliafuoco SF4	stato ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Partenza serranda tagliafuoco SF4	comando sgancio	contatti cablati in morsettieria	1	1					
Centralina controllo porte CP1-CP2-CP3	stato	contatti cablati in morsettieria	3						
Centralina controllo porte CP1-CP2-CP3	interrogazione	contatti cablati in morsettieria	3	3					
Porte by-pass 1-2-3	stato	contatti cablati in morsettieria	3						
Segnaletica consenso rossa lato pari	comando	contatti cablati in morsettieria	1		1				
Segnaletica consenso verde lato pari	comando	contatti cablati in morsettieria	1		1				
Segnaletica consenso rossa lato dispari	comando	contatti cablati in morsettieria	1		1				
Segnaletica consenso verde lato dispari	comando	contatti cablati in morsettieria	1		1				
Pressostato differenziale Δp1 lato pari	stato	contatti cablati in morsettieria	1			1			
Pressostato differenziale Δp2 lato dispari	stato	contatti cablati in morsettieria	1			1			
Sonda temperatura lato pari	stato	contatti cablati in morsettieria	1			1			
Sonda temperatura lato dispari	stato	contatti cablati in morsettieria	1			1			
Armadio antincendio interno by-pass	stato apertura portella	contatti cablati in morsettieria	1						
Elettrovalvola antincendio EV	selettore man-0-aut	contatti cablati in morsettieria	2						
Elettrovalvola antincendio EV	stato ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Elettrovalvola antincendio EV	comando ap/ch	contatti cablati in morsettieria	2						
Elettroserratura ES1 porta lato dispari	comando	contatti cablati in morsettieria	1						
Elettroserratura ES2 porta lato pari	comando	contatti cablati in morsettieria	1						
TOTALE TIPICO				105	23	4	4	6	1
QdP	scaricatori	segnalazione intervento	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Stato, comando e scattato	linea seriale					1	
	Interruttore dorsale P 1 kV	Stato	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Scattato relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Scattato relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Anomalia relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Anomalia relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsettieria	1		1			
	Interruttore dorsale P 1 kV	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale P 1 kV	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsettieria	1					
	Sezionatore di terra lato BT trasformatore P	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Sezionatore di terra dorsale P 1 kV	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Stato, comando e scattato	linea seriale						1
	Interruttore dorsale D 1 kV	Stato	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Scattato relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Scattato relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Anomalia relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Anomalia relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsettieria	1		1			
	Interruttore dorsale D 1 kV	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale D 1 kV	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsettieria	1					
Sezionatore di terra lato BT trasformatore D	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
Sezionatore di terra dorsale D 1 kV	Stato	contatti cablati in morsettieria	1						
Gateway RS485/Ethernet	controllo e comunicazione	linea ethernet							1
Partenze derivate	Scattato	contatti cablati in morsettieria	1						
PLC	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1						
PLC	segnalazione intervento scaricatore	contatti cablati in morsettieria	1						
selettore LOC/REM	Selettore manuale, automatico	contatti cablati in morsettieria	1						
TOTALE TIPICO				26	8	0	0	2	1

GALLERIA FERROVIARIA E PIAZZALI									
ELENCO PUNTI CONTROLLATI PER TIPICI									
DESCRIZIONE TIPICO	COMPONENTE CONTROLLATO	GRANDEZZE ACQUISITE	MODALITA' DI ACQUISIZIONE	DI	DO	AI	AO	LINEE RS 485 - RS 232	Ethernet
QBI	selettore LOC/REM	Selettore manuale automatico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Stato, comando e scattato	linea seriale					1	
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Stato	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Scattato relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Scattato relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Anomalia relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Anomalia relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsettieria		1				
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria		2				
	Interruttore dorsale (1) 1 kV	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsettieria		1				
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Stato, comando e scattato	linea seriale					1	
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Stato	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Scattato relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Scattato relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Anomalia relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Anomalia relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsettieria		1				
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria		2				
	Interruttore dorsale (2) 1 kV	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsettieria		1				
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Stato	contatti cablati in morsettieria	2					
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Inserito/estratto	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Scattato relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Scattato relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Anomalia relè voltmetrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Anomalia relè amperometrico	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Continuità filo pilota (rame - f.o.)	contatti cablati in morsettieria	1					
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Reset relè di protezione	contatti cablati in morsettieria		1				
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Comando apertura / chiusura	contatti cablati in morsettieria		2				
	Interruttore dorsale (3) 1 kV	Comando apertura su guasto	contatti cablati in morsettieria		1				
	Sezionatore di terra lato (1)	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Sezionatore di terra lato (2)	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Sezionatore di terra lato (3)	Stato	contatti cablati in morsettieria	1					
	Gateway RS485/Ethernet	controllo e comunicazione	linea ethernet						1
	Partenze derivate	Scattato	contatti cablati in morsettieria	7					
	PLC	Anomalia	contatti cablati in morsettieria	1					
	PLC	segnalazione intervento scaricatore	contatti cablati in morsettieria	1					
	UPS	Funzionamento da rete	contatti cablati in morsettieria	1					
	UPS	Funzionamento da batteria	contatti cablati in morsettieria	1					
	UPS	Spegnimento forzato UPS	contatti cablati in morsettieria		1				
	UPS	Test batterie	contatti cablati in morsettieria		1				
	UPS	Funzionamento da By-Pass	contatti cablati in morsettieria	1					
	UPS	Batteria scarica e relativo preallarme	contatti cablati in morsettieria	2					
	UPS	allarme generale	contatti cablati in morsettieria	1					
TOTALE TIPICO				43	14	0	0	2	1

GALLERIA FERROVIARIA E PIAZZALI											
ELENCO PUNTI CONTROLLATI PER TIPICI											
DESCRIZIONE TIPICO	COMPONENTE CONTROLLATO	GRANDEZZE ACQUISITE	MODALITA' DI ACQUISIZIONE	DI	DO	AI	AO	LINEE RS 485 - RS 232	Ethernet		
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	Sezione alimentazione	Stato interruttore	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sensore temperatura	Allarme temperatura	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sensore umidità	Allarme umidità	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sezione viva voce emergenza	stato sistema	contatti cablati in morsetteria	1							
		attivazione chiamata emergenza a fungo	contatti cablati in morsetteria	1							
		attivazione chiamata operatore	contatti cablati in morsetteria	1							
		stato porta colonnino	contatti cablati in morsetteria	1							
		stato alimentazione 1	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sezione Diffusione Sonora	stato alimentazione 2	contatti cablati in morsetteria	1							
		stato sistema	contatti cablati in morsetteria	1							
		diffusione sonora ON	contatti cablati in morsetteria	1							
		Amplificatori DS	alimentazione OK	contatti cablati in morsetteria	2						
			guasto generale	contatti cablati in morsetteria	2						
	linea diffusori aperta		contatti cablati in morsetteria	2							
	Switch di Nodo	linea diffusori in cortocircuito	contatti cablati in morsetteria	2							
		linea diffusori in sovraccarico	contatti cablati in morsetteria	2							
		Stato	contatti cablati in morsetteria	1							
TOTALE TIPICO				22	0	0	0	0	0		
Apparati GSM - (PLC-I)	Apparati GSM	Guasto apparati	contatti cablati in morsetteria	4							
	UPS	Allarme generale	contatti cablati in morsetteria	1							
	sezione 48 Vdc	Allarme generale	contatti cablati in morsetteria	1							
TOTALE TIPICO				6	0	0	0	0			
Centrale antincendio (PLC-A)	presenza rete 1 L1-L2-L3	stato	contatti cablati in morsetteria	3							
	presenza rete 2 L1-L2-L3	stato	contatti cablati in morsetteria	3							
	interruttore generale Rete 1	stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	interruttore generale Rete 1	guasto	contatti cablati in morsetteria	1							
	interruttore generale Rete 2	stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	interruttore generale Rete 2	guasto	contatti cablati in morsetteria	1							
	meccanismo commutazione autom. Rete 1 / Rete 2	stato/comando	contatti cablati in morsetteria	2	2						
	partenze derivate	stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	partenze derivate	guasto	contatti cablati in morsetteria	1							
	conferma avvenuta disalimentazione linea di trazione	stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	elettropompa selettore man-0-aut pompa	stato selettore	contatti cablati in morsetteria	2							
	elettropompa richiesta avviamento manuale	stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	elettropompa richiesta avviamento chiusura contattore	comando	contatti cablati in morsetteria	1	1						
	elettropompa mancato avviamento	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	elettropompa feedback elettropompa in funzione	stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	elettropompa alimentazione non disponibile	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	inverter elettropompa	comando regolazione e stato marcia	linea seriale					1			
	inverter elettropompa	allarme inverter	contatti cablati in morsetteria	1							
	sonde bassa pressione acquedotto	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	flusso stato nel locale pompe	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	misuratore di portata	stato	contatti cablati in morsetteria			1					
	sonde livello max/min vasca	allarme	contatti cablati in morsetteria	2							
	presenza rete L1-L2-L3	stato	contatti cablati in morsetteria	3							
	interruttori	stato	contatti cablati in morsetteria	9							
	interruttori	guasto	contatti cablati in morsetteria	9							
	avviamento motopompa	comando	contatti cablati in morsetteria	1	1						
	modalità autom. esclusa motopompa	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	mancato avviamento motopompa	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	in funzione motopompa	stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	guasto del quadro di controllo motopompa	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	selettore man-0-aut pompa pompa svuot. Vasca	stato selettore	contatti cablati in morsetteria	2							
	contattore di linea pompa pompa svuot. Vasca	comando marcia	contatti cablati in morsetteria		1						
	contattore di linea pompa pompa svuot. Vasca	stato marcia	contatti cablati in morsetteria	1							
	termico pompa pompa svuot. Vasca	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	selettore man-0-aut elettrovalvola 1	stato selettore	contatti cablati in morsetteria	2							
	comando apre/chiede elettrovalvola 1	comando	contatti cablati in morsetteria		2						
	feedback apertura/chiusura elettrovalvola 1	stato	contatti cablati in morsetteria	2							
	selettore man-0-aut elettrovalvola 2	stato selettore	contatti cablati in morsetteria	2							
	comando apre/chiede elettrovalvola 2	comando	contatti cablati in morsetteria		2						
	feedback apertura/chiusura elettrovalvola 2	stato	contatti cablati in morsetteria	2							
	selettore man-0-aut elettrovalvola 3	stato selettore	contatti cablati in morsetteria	2							
	comando apre/chiede elettrovalvola 3	comando	contatti cablati in morsetteria		2						
	feedback apertura/chiusura elettrovalvola 3	stato	contatti cablati in morsetteria	2							
	selettore man-0-aut elettrovalvola 3 vie motopompa	stato selettore	contatti cablati in morsetteria	2							
	comando apre/chiede elettrovalvola 3 vie motop.	comando regolazione	contatti cablati in morsetteria					1			
	feedback apertura/chiusura elettrovalvola 3 vie motop.	stato	contatti cablati in morsetteria			1					
	TOTALE TIPICO				69	11	2	1	1	0	
Switch Generale e di piazzale	Switch	Avaria	contatti cablati in morsetteria	1							
TOTALE TIPICO				1	0	0	0	0			
Pulsanti di sgancio emergenza	Pulsante generale, sgancio UPS	stato e comando tramite SV (in aggiunta al comando manuale)	contatti cablati in morsetteria	1	1						
TOTALE TIPICO				1	1	0	0	0			
Postazione idrante	Idrante UNI 45	stato prelievo lancia	contatti cablati in morsetteria	1							
	Idrante UNI 45	apertura cassette	contatti cablati in morsetteria	1							
TOTALE TIPICO				2	0	0	0	0			
Sistema PCA	Impianto TVcc	Stato	contatti cablati in morsetteria	2							
	Impianto antintrusione	Stato	contatti cablati in morsetteria	2							
	Impianto controllo accessi	Stato	contatti cablati in morsetteria	2							
	Impianto riv. inc. locali	Stato	contatti cablati in morsetteria	2							
	Impianto riv. inc. galleria	Stato	contatti cablati in morsetteria	8							
	Termostato	Superamento soglia impostata	contatti cablati in morsetteria	4							
	Sonda interna	Temperatura	contatti cablati in morsetteria			4					
	Sonda esterna	Temperatura	contatti cablati in morsetteria			1					
	Ventilatori	Stato / Comando accensione	contatti cablati in morsetteria	3	3						
	Unità CDZ	Stato / Comando accensione	contatti cablati in morsetteria	3	3						
TOTALE TIPICO				26	6	5	0	0	1		
PLC Master / Slave									2		
TOTALE TIPICO				0	0	0	0	0	2		
Server LFM									2		
TOTALE TIPICO				0	0	0	0	0	2		
Ascensore	Alimentazione (A)	Stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	Alimentazione (B)	Stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	Allarme generale	Stato	contatti cablati in morsetteria	1							
TOTALE TIPICO				3	0	0	0	0	1		
Sistema raccolta acque	Allarme generale	Stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	Mancanza tensione di rete	Stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sonda sfioro in vasca di emergenza	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sonda sfioro in condotto di bypass	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sonda presenza liquido in vasca di emergenza	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sonda eccessiva presenza oli nel decantatore-separatore	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	Sonda eccessiva presenza fanghi nel decantatore-separatore	allarme	contatti cablati in morsetteria	1							
	Clapet di chiusura ingresso a decantatore-separatore	Stato / Comando	contatti cablati in morsetteria	1	1						
	Clapet di chiusura ingresso a by-pass	Stato / Comando	contatti cablati in morsetteria	1	1						
	Otturatore a galleggiante in uscita al decantatore-separatore	Stato	contatti cablati in morsetteria	1							
	Modem trasmissione dati								1		
	TOTALE TIPICO				10	2	0	0	0	1	

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UPC POSTO DI MANUTENZIONE							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	0	1	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0	8	72	16	0	0	8	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0	3	15	6	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC							-	108	22	0	0	8	2	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPO						UPC CABINA INTERMEDIA							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	0	1	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0	8	72	16	0	0	8	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0	1	5	2	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC							-	95	18	0	0	8	2	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UPC PIAZZALI EMERGENZA							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	0	1	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0	6	54	12	0	0	6	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0	2	10	4	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC							-	77	16	0	0	6	2	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UdP Q_BT							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_BT	98	10	0	0	5	1	1	98	10	0	0	5	1	
UPS	6	2	0	0	0	0	2	12	4	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1	1	26	6	5	0	0	1	
TOTALI PLC							-	146	22	5	0	5	1	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UdP QdP							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1	1	26	8	0	0	2	1	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC							-	26	8	0	0	2	1	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						PLC Antincendio							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0	1	69	11	2	1	1	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC							-	69	11	2	1	1	0	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UdT nei bypass							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1	1	68	14	0	0	3	1	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC								-	72	14	0	0	3	1

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UdT nei nicchioni							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1	1	68	14	0	0	3	1	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC								-	72	14	0	0	3	1

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UdB							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1	1	105	23	4	4	6	1	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC							-	105	23	4	4	6	1	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						UBI							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
Q_MT generale	6	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale DG / linea / trasformatore	9	2	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale sezionatore / congiuntore	5	2	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Q_MT Unità funzionale misure	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Trasformatore MT/bt	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pannello di visualizzazione touch screen	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Q_BT	98	10	0	0	5	1		0	0	0	0	0	0	
UPS	6	2	0	0	0	0	1	6	2	0	0	0	0	
QdT_B	68	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdT_N	67	14	0	0	3	1		0	0	0	0	0	0	
QdB	105	23	4	4	6	1		0	0	0	0	0	0	
QdP	26	8	0	0	2	1		0	0	0	0	0	0	
QBI	43	14	0	0	2	1	1	43	14	0	0	2	1	
Colonnino telefoni di emergenza e diffusione sonora - (PLC-T)	22	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Apparati GSM - (PLC-I)	6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Centrale antincendio (PLC-A)	69	11	2	1	1	0		0	0	0	0	0	0	
Switch Generale e di piazzale	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Pulsanti di sgancio emergenza	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Postazione idrante	2	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
Sistema PCA	26	6	5	0	0	1		0	0	0	0	0	0	
TOTALI PLC							-	49	16	0	0	2	1	

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI													
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						PIAZZALE DI EMERGENZA GALLERIA BOLANO VERSO OPERA ATTRAVERSAMENTO						
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET
UPC POSTO DI MANUTENZIONE	108	22	0	0	8	2		0	0	0	0	0	0
UPC CABINA INTERMEDIA	95	18	0	0	8	2		0	0	0	0	0	0
UPC PIAZZALI EMERGENZA	77	16	0	0	6	2	1	77	16	0	0	6	2
UdP Q_BT	146	22	5	0	5	1	1	146	22	5	0	5	1
UdP QdP	26	8	0	0	2	1	1	26	8	0	0	2	1
PLC Antincendio	69	11	2	1	1	0	2	138	22	4	2	2	0
PLC Master / Slave	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1	1	10	2	0	0	0	1
Server LFM	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2
TOTALI PIAZZALE							-	397	70	9	2	15	9

NOTE:

(*) la linea seriale RS è comune a tutti i dispositivi e connessa al gateway (RS-TCP/IP)

Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server

E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

SISTEMA DI SUPERVISIONE - RIEPILOGO PUNTI CONTROLLATI														
IMPIANTO CONTROLLATO (TIPICO)	PUNTI CONTROLLATI PER TIPICO						Galleria Bolano							
	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	n°	DI	DO	AI	AO	RS (*)	ETHERNET (**)	
UdT nei bypass	72	14	0	0	3	1	6	432	84	0	0	18	6	
UdT nei nicchioni	72	14	0	0	3	1	14	1008	196	0	0	42	14	
UdB	105	23	4	4	6	1	3	315	69	12	12	18	3	
QBI	49	16	0	0	2	1	2	98	32	0	0	4	2	
Sistema raccolta acque	10	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Ascensore	3	0	0	0	0	1	2	6	0	0	0	0	2	
TOTALI PARZIALI							-	1859	381	12	12	82	27	

NOTE

(**) Le porte Ethernet indicate sono relative ad apparecchiature connesse direttamente agli switch di nodo
 Tutti i PLC sono dotati di porta/e Ethernet 100 Base Tx con funzionalità client/server
 E' prevista una riserva del 20% sulle porte DI/DO

Allegato 9

**VERIFICA SULLA NECESSITÀ DELL'IMPIANTO DI PROTEZIONE
DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE**

**CABINA MT/BT IN PIAZZALE DI EMERGENZA GALLERIA BOLANO VERSO OPERA DI
ATTRAVERSAMENTO**

Sommario

1	Contenuto del documento	3
2	Norme tecniche di riferimento.....	3
3	Individuazione della struttura da proteggere.....	3
4	Dati iniziali.....	3
4.1	Densità annua di fulmini a terra.....	3
4.2	Dati relativi alla struttura.....	4
4.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne	4
4.4	Definizione e caratteristiche delle zone	4
5	Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche	5
6	Valutazione dei rischi	5
6.1	Rischio R1: perdita di vite umane.....	5
6.2	Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali.....	6
7	Scelta delle misure di protezione.....	6
8	Conclusioni	6
9	Appendici	7
9.1	Caratteristiche della struttura	7
9.2	Caratteristiche delle linee elettriche.....	7
9.3	Caratteristiche delle zone.....	9
9.4	Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi	11
9.5	Valori delle probabilità P per la struttura non protetta.....	13

1 Contenuto del documento

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- il progetto di massima delle misure di protezione da adottare, ove necessarie.

2 Norme tecniche di riferimento

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" - Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008);

CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" - Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008);

CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" - Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008);

CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" - Aprile 2006 e Variante V1 (Settembre 2008);

CEI 81-3: "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico." - Maggio 1999.

3 Individuazione della struttura da proteggere

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.1.2 della Norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4 Dati iniziali

4.1 Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato nel comune di REGGIO DI CALABRIA in cui è ubicata la struttura vale :

$$N_t = 2,5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 52 B (m): 7 H (m): 3,5

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - elettricità

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a :

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

In accordo con la Norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato :

- rischio R1;
- rischio R2;

L'edificio ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea IS
- Linea di energia: Linea MT
- Linea di energia: Linea BT1
- Linea di energia: Linea BT2
- Linea di energia: Linea BTill
- Linea di segnale: Linea GSM 1A
- Linea di segnale: Linea GSM 2A
- Linea di segnale: Linea GSM 3A
- Linea di segnale: Linea GSM 4A

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice "Caratteristiche delle linee elettriche".

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il

LEMP (impulso elettromagnetico);

- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: ZONA INTERNA

Z2: ZONA ESTERNA

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice "Caratteristiche delle Zone".

5 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche

L'area di raccolta A_d dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

L'area di raccolta A_m dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3.

Le aree di raccolta A_l e A_i di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice "Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi".

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice "Valori delle probabilità P per la struttura non protetta".

6 Valutazione dei rischi

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: ZONA INTERNA

RB: 0,00E+00

RU(IMPIANTO AUSILIARI CABINA): 3,71E-07

RV(IMPIANTO AUSILIARI CABINA): 0,00E+00

Totale: 3,71E-07

Z2: ZONA ESTERNA

RA: 1,22E-11

Totale: 1,22E-11

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,71E-07

Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,71E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

Calcolo del rischio R2

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: ZONA INTERNA

RB: 0,00E+00

RC: 1,22E-06

RM: 5,19E-04

RV(IMPIANTO AUSILIARI CABINA): 0,00E+00

RW(IMPIANTO AUSILIARI CABINA): 3,71E-06

RZ(IMPIANTO AUSILIARI CABINA): 0,00E+00

Totale: 5,24E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 5,24E-04

Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 5,24E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

7 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo R1 = 3,71E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 5,24E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8 Conclusioni

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE

FULMINAZIONI.

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

Inoltre, anche se come sopra esposto non risultano necessari, nel progetto degli impianti elettrici di MT e BT sono stati previsti ugualmente, ai fini cautelativi, opportuni sistemi SPD di protezione dalle sovratensioni.

9 Appendici

9.1 Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 52 B (m): 7 H (m): 3,5

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore ($C_d = 0,25$)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/km² anno) $N_t = 2,5$

9.2 Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Linea IS

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 2000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (C_d): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (C_e): urbano ($h > 20$ m)

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 44 B (m): 7 H (m): 3,5

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (C_d): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) $L_c = 2000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (C_d): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (C_e): urbano ($h > 20$ m)

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $5 < R \leq 20$ ohm/km

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 44 B (m): 7 H (m): 3,5

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (C_d): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea BT1

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 2000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($h > 20$ m)

Caratteristiche della linea: Linea BT2

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 2000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($h > 20$ m)

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 44 B (m): 7 H (m): 3,5

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea BTIII

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 300$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($h > 20$ m)

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 25

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea GSM 1A

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 100$

Resistività (ohm x m) $\rho = 4$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($h > 20$ m)

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 20

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea GSM 2A

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 100$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($h > 20$ m)

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 20

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea GSM 3A

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 100$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($h > 20$ m)

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 20

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: Linea GSM 4A

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso.

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L_c = 100$

Resistività (ohm x m) $\rho = 200$

Coefficiente di posizione (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Coefficiente ambientale (Ce): urbano ($h > 20$ m)

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 20

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

9.3 Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ZONA INTERNA

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($r_u = 0,01$)
Rischio di incendio: nessuno ($r_f = 0$)
Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)
Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO AUSILIARI CABINA

Alimentato dalla linea Linea MT1

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ($P_{spd} = 1$)

Valori medi delle perdite per la zona: ZONA INTERNA

Perdita per tensioni di contatto (relativa a R1) $L_t = 1,00E-02$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $L_f = 1,00E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R2) $L_f = 1,00E-02$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) $L_o = 1,00E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $L_f = 1,00E-02$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $L_o = 1,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ZONA INTERNA

Rischio 1: Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: ZONA ESTERNA

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: asfalto ($r_a = 0,00001$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ZONA ESTERNA

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $L_t = 1,00E-02$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ZONA ESTERNA

Rischio 1: Ra

9.4 Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $A_d = 1,95E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $A_m = 2,26E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $N_d = 1,22E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $N_m = 5,64E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (A_i) e indiretta (A_o) delle linee:

Linea IS

$A_i = 0,027987 \text{ km}^2$

$A_o = 0,707107 \text{ km}^2$

Linea MT

$A_i = 0,027987 \text{ km}^2$

$A_o = 0,707107 \text{ km}^2$

Linea BT1

$A_i = 0,028136 \text{ km}^2$

$A_o = 0,707107 \text{ km}^2$

Linea BT2

$A_i = 0,027987 \text{ km}^2$

$A_o = 0,707107 \text{ km}^2$

Linea BTill

$A_i = 0,003033 \text{ km}^2$

$A_o = 0,106066 \text{ km}^2$

Linea GSM 1A

$A_i = 0,000059 \text{ km}^2$

$A_o = 0,005000 \text{ km}^2$

Linea GSM 2A

$A_i = 0,000417 \text{ km}^2$

$A_o = 0,035355 \text{ km}^2$

Linea GSM 3A

AI = 0,000417 km²

Ai = 0,035355 km²

Linea GSM 4A

AI = 0,000417 km²

Ai = 0,035355 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NI) e indiretta (Ni) delle linee:

Linea IS

NI = 0,017492

Ni = 0,000000

Linea MT

NI = 0,003498

Ni = 0,000000

Linea BT1

NI = 0,017585

Ni = 0,000000

Linea BT2

NI = 0,017492

Ni = 0,000000

Linea BTill

NI = 0,001896

Ni = 0,000000

Linea GSM 1A

NI = 0,000037

Ni = 0,000000

Linea GSM 2A

NI = 0,000261

Ni = 0,000000

Linea GSM 3A

NI = 0,000261

Ni = 0,000000

Linea GSM 4A

NI = 0,000261

Ni = 0,000000

9.5 Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: ZONA INTERNA

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (IMPIANTO AUSILIARI CABINA) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (IMPIANTO AUSILIARI CABINA) = 9,20E-01

Pm = 9,20E-01

Pu (IMPIANTO AUSILIARI CABINA) = 1,00E+00

Pv (IMPIANTO AUSILIARI CABINA) = 1,00E+00

Pw (IMPIANTO AUSILIARI CABINA) = 1,00E+00

Pz (IMPIANTO AUSILIARI CABINA) = 1,50E-01

Zona Z2: ZONA ESTERNA

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00