

**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE
CUP C11J05000030001**

**Chantier Opérationnel 04 – Cantiere Operativo 04
CIG ZC32971235**

**Travaux de construction de l'espace visiteurs et parcours panoramique provisoires –
Lavori di realizzazione dello spazio visitatori e percorso panoramico provvisori**

**Etude d'exécution – Progetto Esecutivo
Génie civil – Opere civili
Rapport technique et calcul du système électrique
Relazione tecnica e di calcolo dell'impianto elettrico**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	28/10/2020	Première diffusion / Prima emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI
A	02/11/2020	Seconde diffusion / Seconda emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI
B	17/11/2020	Troisième diffusion / Terza emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI
C	20/11/2020	Quatrième diffusion / Quarta emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI

0	4	0	1	9	2	1	8	8	0	F	A	1	5	0	Z	E	R	E	I	M	1	2	0	2	C
Cantiere Operativo Chantier Opérationnel			Contratto Contrat				Opera Ouvrage			Tratta Tronçon	Parte Partie	Fase Phase	Tipo documento Type de document	Oggetto Objet	Numero documento Numéro de document			Indice							



-	A	P
Scala / Echelle	Stato / Statut	
Indirizzo / Adresse GED		

Il progettista / Le designer

L'appaltatore / L'entrepreneur

Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre

SOMMARIO

1	PREMESSA / PRÉMISSSE	3
1.1	NORME DI RIFERIMENTO / NORMES DE RÉFÉRENCE	3
<hr/>		
2	IMPIANTI ELETTRICI / SYSTÈMES ÉLECTRIQUES	4
2.1	DEFINIZIONE DELLE UTENZE / DÉFINITION DES UTILISATEURS	4
2.2	ALIMENTAZIONE PRIMARIA / ALIMENTATION PRIMAIRE	4
2.3	QUADRO DI BASSA TENSIONE / PANNEAU BASSE TENSION	4
2.4	DISTRIBUZIONE PRIMARIA / DISTRIBUTION PRIMAIRE	5
2.5	DISTRIBUZIONE SECONDARIA / DISTRIBUTION SECONDAIRE	5
2.6	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA / SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE INTERNE	6
2.6.1	ILLUMINAZIONE ORDINARIA / ÉCLAIRAGE ORDINAIRE	6
2.6.2	LIVELLI DI ILLUMINAMENTO PREVISTI / NIVEAUX D'ÉCLAIRAGE ATTENDUS	7
2.6.3	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA / ÉCLAIRAGE DE SÉCURITÉ	7
2.7	IMPIANTO DI PRESE E FORZA MOTRICE / USINE DE GRIP ET FORCE MOTEUR	7
2.8	IMPIANTO SCIOGLINEVE / SYSTÈME DE PARE-BRISE	7
2.9	IMPIANTO DI TERRA / INSTALLATION DE LA TERRE	8
<hr/>		
3	IMPIANTO DI TRASMISSIONE DATI / SYSTÈME DE TRANSMISSION DE DONNÉES	8
4	IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI / SYSTÈME DE DÉTECTION D'INCENDIE	8
5	IMPIANTO DI SUPERVISIONE / SYSTÈME DE SUPERVISION	9
6	ALLEGATI / ACCESSOIRES	10

Oggetto della presente relazione tecnica è la definizione e la descrizione delle caratteristiche generali delle opere elettriche previste nel progetto dell'edificio denominato 'Spazio Visitatori' nell'ambito del cantiere TELT di Chiomonte, edificio che avrà permanenza temporanea. I principali locali, formati dall'unione di diversi container, sono adibiti a spazi espositivi di diverso genere tra di loro. L'obiettivo fondamentale da raggiungere sarà quello di conferire agli impianti caratteristiche tali da assecondare a pieno le necessità di una struttura come quella in oggetto. Risultano infatti prioritarie alcune necessità, come soddisfare le esigenze degli spazi espositivi per una loro perfetta fruizione.

Le opere comprese in questo intervento consisteranno in:

- quadri elettrici di bassa tensione;
- impianto generale di terra;
- impianto di illuminazione bagni e vani scala;
- impianto di forza motrice bagni;
- impianto di illuminazione di sicurezza;
- predisposizione impianto di trasmissione dati;
- impianto di supervisione.

La progettazione impiantistica rispetterà quanto previsto dalle normative e dalle leggi in vigore oltre alle prescrizioni degli Enti preposti al controllo della sicurezza delle installazioni (VVF, ASL, ecc.).

Norme CEI:

- 11.1 (1978): impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali;
- 11.8 fasc. 1285: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Impianti di terra;
- 64.8 fasc. 1000: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua;
- 70.1 (1980) e V1 (1989): Gradi di protezione degli involucri;
- Le norme in materia di prevenzioni incendi nonché le prescrizioni del Comando Provinciale VV.F.;
- I regolamenti e le prescrizioni comunali;
- Le prescrizioni dell'Ispettorato del Lavoro;
- Le prescrizioni ed indicazioni della Società Telefonica;
- Le prescrizioni della Società distributrice dell'energia elettrica competente della zona;
- Le prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali.

In generale le Norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.

2 IMPIANTI ELETTRICI / SYSTÈMES ÉLECTRIQUES

Essendo i locali espositivi o di passaggio dello 'Spazio Visitatori' nell'ambito del cantiere TELT di Chiomonte degli spazi che subiranno cambiamenti nell'arredo dello spazio espositivo, si prevede per questi ambienti di effettuare una predisposizione dell'impianto, in modo tale che questo possa essere versatile al cambiamento delle esposizioni, nell'ottica di un futuro completamento, in base a queste, della dotazione e dell'impianto elettrico, costituita da:

- una presa industriale sull'esterno del container, per l'alimentazione;
- un quadro elettrico di piccole dimensioni, posto all'interno, per ogni locale. Il quadro prevederà l'interruttore generale automatico con relé differenziale salvavita, due interruttori automatici, ed una presa industriale; i quadri verranno posizionati ad una quota di 30cm sopra il pavimento.

Per i locali di servizio, come bagni e vani scale, si prevede la realizzazione completa dell'impianto di forza motrice, di illuminazione e di illuminazione di emergenza.

2.1 DEFINIZIONE DELLE UTENZE / DÉFINITION DES UTILISATEURS

Le utenze normali sono quelle che consentono il regolare funzionamento di tutti i servizi, la cui mancanza non comporta situazioni di pericolo o di grave disagio per il personale e per gli impianti. La mancanza dell'alimentazione elettrica a queste utenze è tollerabile anche per un tempo relativamente lungo (ore); è possibile attendere il ripristino dell'alimentazione o l'intervento del servizio di manutenzione per la sostituzione dei componenti guasti.

Per l'alimentazione di questi carichi è adeguato uno schema di tipo semplice radiale, con unica sorgente di alimentazione ragionevolmente affidabile costituita dall'ente erogatore di energia.

Saranno alimentate sotto energia normale i carichi indicati nei paragrafi successivi.

Le utenze riguardanti l'illuminazione di emergenza avranno un'alimentazione autonoma a batteria.

2.2 ALIMENTAZIONE PRIMARIA / ALIMENTATION PRIMAIRE

L'impianto elettrico avrà origine dal contatore di bassa tensione a cui arriverà la fornitura in bassa tensione.

2.3 QUADRO DI BASSA TENSIONE / PANNEAU BASSE TENSION

I quadri di bassa tensione denominati QGC, QE_R, QE_S, QE_U, QE_I, QE_SM, QE_SD, QE_SC, QE_CT, QE_PC, QE_T, QE_G, QE_M, QE_IV verranno installati ai rispettivi piani, lungo le pareti perimetrali dell'edificio, il più possibilmente vicino ai locali che dovranno alimentare.

Tutti gli interruttori saranno di tipo estraibile per garantire la rapida sostituzione di interruttori in avaria senza porre fuori servizio il quadro.

Le specifiche del quadro sono riportate nel Capitolato Speciale d'Appalto, mentre le apparecchiature di cui deve essere dotato, saranno indicate negli schemi unifilari di progetto.

La sezione normale sarà composta da idonei interruttori per le utenze direttamente alimentate da tali quadri quali i gruppi frigo/pompe di calore, i quadri degli impianti tecnologici. Il QGC andrà ad alimentare il vano ascensore, i vani

scala, i bagni e le macchine poste all'esterno dell'edificio riguardanti l'impianto HVAC. Tutti gli altri quadri costituiranno invece la predisposizione per l'alimentazione degli apparati che saranno poi installati nelle altre sale dell'edificio.

I quadri saranno idonei a ricevere ingressi ed uscite dall'alto e pertanto saranno alloggiati a soffitto le tubazioni di distribuzione dei cavi.

2.4 DISTRIBUZIONE PRIMARIA / DISTRIBUTION PRIMAIRE

Per la distribuzione primaria si prevedono montanti di alimentazione delle utenze direttamente alimentate dai quadri di edificio, realizzati con cavi non propaganti l'incendio, a bassa emissione di fumi opachi e a ridotta emissione di gas tossici e corrosivi, come prescritto dalle Norme CEI 64-8, del tipo FG16OR16 o FG16M16 0.6/1kV rispondenti alle Norme CEI 20-22 II e 20-35. La distribuzione principale avverrà in tubazioni rigide in taz passanti a soffitto e canaline a filo in acciaio zincato.

Per tutti gli attraversamenti di pareti aventi resistenza al fuoco predeterminata saranno previste delle barriere tagliafiamma in grado di ripristinare il grado REI della parete. L'affidabilità dei cavi in termini di tenuta al fuoco risulta superiore a quella delle blindo sbarre; inoltre in considerazione di possibili attraversamenti di compartimenti REI di diversa tipologia, la scelta dei cavi presenta una affidabilità maggiore.

Le linee saranno opportunamente protette dagli interruttori automatici posti nei quadri di distribuzione.

2.5 DISTRIBUZIONE SECONDARIA / DISTRIBUTION SECONDAIRE

Gli impianti di distribuzione secondaria avranno origine dai quadri di zona. Ogni quadro di zona alimenterà le utenze dei locali di ubicazione, nello specifico i circuiti di illuminazione e di forza motrice. Le caratteristiche dei quadri sono riportate nel capitolato speciale e negli elaborati di progetto.

Per la distribuzione secondaria si prevedono cavi di tipo multipolare con guaina, tipo FG16OR16 o FG16OM16.

Tali tubazioni saranno posate a soffitto.

In tutti i locali non sarà prevista la posa di tubazioni sotto pavimento.

Sulle pareti in cartongesso saranno impiegati componenti (tubi, scatole, cassette) specifiche per l'installazione su tale tipo di materiale.

La distribuzione elettrica sarà realizzata a seconda della destinazione d'uso dei locali nelle modalità seguenti.

Ambienti servizi igienici / Toilettes

Nei locali dei servizi igienici saranno previsti impianti con grado di protezione minimo IP55. Impianto di distribuzione a soffitto con tubazioni protettive in taz; sotto il livello del controsoffitto impianto ad incasso su pareti container o impianto nascosto entro pareti in cartongesso. Conduttori in cavo tipo FG16OR16, FG16OM16 o in cavo resistente al fuoco (RF31-22 o similari) per gli apparecchi su circuito di sicurezza. Alimentazione da quadro di piano, dorsali in cavo tipo FG16OR16 o FG16OM16 su canale portacavi posto sopra il controsoffitto.

Ambienti espositivi, uffici ed altri locali assimilabili / Zones d'exposition, bureaux et autres salles similaires

Impianto di distribuzione a soffitto con tubazioni protettive in taz; sotto il livello del soffitto impianto ad incasso su pareti container o impianto nascosto entro pareti in cartongesso. Conduttori in cavo tipo FG16OR16, FG16OM16 o in cavo resistente al fuoco (RF31-22 o similari) per gli apparecchi su circuito di sicurezza. Alimentazione da quadro di piano, dorsali in cavo tipo FG16OR16 o FG16OM16 su tubazione portacavi posta a soffitto.

Corridoi, atri / Couloirs, halls

Impianto di distribuzione a soffitto con tubazioni protettive in taz; sotto il livello del soffitto impianto ad incasso su pareti container o impianto nascosto entro pareti in cartongesso. Derivazione agli apparecchi per illuminazione con tratti di cavo tipo FG16OM16 o in cavo resistente al fuoco (RF31-22 o similari) per gli apparecchi su circuito di sicurezza. Alimentazione da quadro di piano, dorsali in cavo su tubazione portacavi posta a soffitto.

Locale tecnico / Salle technique

Nel locale tecnico saranno previsti impianti in vista con grado di protezione minimo IP55. Saranno previste tubazioni in taz da cui saranno derivate le discese alle diverse utenze dirette e le derivazioni agli apparecchi per illuminazione. Tutta la distribuzione sarà realizzata in cavo comprese le derivazioni da dorsale per alimentazione degli apparecchi per illuminazione e prese che potranno essere in cavo tipo FG16OR16 o FG16OM16.

Aree esterne / Zones externes

Nelle aree esterne sede di impianti tecnologici saranno previsti impianti in vista con grado di protezione minimo IP65. Saranno previste canalizzazioni passanti a pavimento in acciaio zincato, provviste di coperchio, da cui saranno derivate le discese alle diverse utenze dirette e le derivazioni agli apparecchi per illuminazione. Tutta la distribuzione sarà realizzata in cavo comprese le derivazioni da dorsale per alimentazione degli apparecchi per illuminazione e prese che potranno essere in cavo tipo FG16OR16 o FG16OM16.

2.6

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNA / SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE INTERNE

L'impianto di illuminazione è costituito dalle seguenti sezioni:

- illuminazione ordinaria;
- illuminazione di sicurezza.

L'illuminazione ordinaria dovrà garantire i livelli di illuminamento necessari per un corretto svolgimento delle attività di edificio, mentre l'illuminazione di sicurezza ha la funzione di garantire la visibilità delle vie di fuga secondo quanto richiesto dalla CEI 64.8.

2.6.1

ILLUMINAZIONE ORDINARIA / ÉCLAIRAGE ORDINAIRE

L'impianto di illuminazione generale terrà conto delle condizioni e dei livelli di illuminamento richiesti dalla norma UNI EN 12464-1. I calcoli di verifica del livello di illuminamento sono stati eseguiti con il metodo del flusso totale (CIE) tenente conto dei seguenti parametri: gli indici del locale (derivanti dalle dimensioni geometriche dell'ambiente), le caratteristiche delle lampade e degli apparecchi scelti, l'installazione prevista per gli stessi.

In generale, negli spazi di accesso, di circolazione e di collegamento, saranno impiegate lampade a basso consumo (led,). Il tipo di apparecchio, le relative caratteristiche illuminotecniche, e il posizionamento sono specificati negli elaborati progettuali.

Saranno preferite temperature di colore delle lampade a tono naturale (4000°K) in grado conferire un comfort elevato alla luce senza penalizzare i compiti visivi legati alle attività da svolgere nei diversi locali.

La resa colore in generale dovrà essere $Ra \geq 80$.

Il comando dei circuiti di alimentazione dei diversi apparecchi potrà avvenire:

- all'interno dei diversi ambienti: con dispositivi di comando locali (interruttori, deviatori, pulsanti, ecc.).

2.6.2 LIVELLI DI ILLUMINAMENTO PREVISTI / NIVEAUX D'ÉCLAIRAGE ATTENDUS

Secondo la norma UNI-EN 12464-1 i livelli di illuminamento da prevedere sono i seguenti:

- 500 lux Luoghi di lavoro con presenza continua di personale, uffici;
- 300 lux Corridoi uffici, disimpegni, locali tecnici, magazzino;
- 200 lux Bagni, archivi, servizi;

2.6.3 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA / ÉCLAIRAGE DE SÉCURITÉ

Verrà realizzato un sistema di illuminazione di sicurezza nei vani scala e nei bagni e un sistema di illuminazione di emergenza con segnalazione delle uscite di emergenza con plafoniere a bandiera in tutti gli ambienti; l'illuminazione di sicurezza sarà realizzata con lampade alimentate a batteria tampone.

Secondo la normativa vigente per l'attività prevalente ed in particolare il DM 26/08/1992, è necessario garantire un'illuminazione di sicurezza per l'esodo e del tipo antipanico all'interno dei singoli ambienti.

Per le altre destinazioni d'uso si applicano le rispettive norme:

- Uffici – DM 22/02/06

Per individuare i varchi e le vie di fuga, saranno installate plafoniere del tipo "SA" (sempre accesa) lungo i percorsi, con pittogramma autoadesivo di segnaletica, in conformità alle norme EN60598 e CEI 34-21. Tutte le plafoniere del sistema di sicurezza saranno idonee a garantire i 5 lux minimi richiesti dalla normativa.

2.7 IMPIANTO DI PRESE E FORZA MOTRICE / USINE DE GRIP ET FORCE MOTEUR

L'impianto prese comprenderà tutte le prese necessarie nei corridoi e servizi. L'impianto prese sarà realizzato mediante l'impiego di frutti modulari per incasso a parete 2P/10-16A+T tipo UNEL universale. L'alimentazione delle prese sarà realizzata con linee monofasi o trifasi protette da interruttore differenziale posto sul quadro di pertinenza. Per quanto riguarda l'alimentazione dei quadri locali saranno installate gruppi prese industriali lungo il perimetro esterno dell'edificio.

Le alimentazioni alle utenze dell'impianto meccanico saranno realizzate con linee provenienti direttamente dai quadri dedicati. In prossimità di ogni motore saranno installati i necessari sezionamenti di sicurezza, così come richiesto dalle norme CEI 64-8. In particolare si prevede un quadro di alimentazione dei quadri UTA, (QGC) che andrà ad alimentare l'UTA, le pompe, e la pompa di calore.

2.8 IMPIANTO SCIOGLINEVE / SYSTÈME DE PARE-BRISE

E' prevista la realizzazione di un sistema scioglineve per evitare che possa formare un peso accidentale eccessivo sulle coperture dell'edificio; questo sarà formato da una pellicola scioglineve tipo "Thermal Technology modello HTR_ALU" (si allega scheda tecnica relativa), costituita da fibre di carbonio e con una potenza elettrica di circa 150W/mq, per tanto per il calcolo degli interruttori di protezione e delle sezioni dei cavi si è considerata una potenza totale del sistema in funzionamento di circa 10KW; prenderà alimentazione dal quadro elettrico generale del container nel locale tecnico al piano terra dell'edificio ed il sistema sarà completato da una centralina elettronica che tramite sonde di temperatura e di umidità poste sulle coperture indicherà la presenza di neve e attiverà la pellicola. Il sistema scioglineve verrà posto solo sulla superficie della copertura dell'elemento a sbalzo, e verrà posta sulle bande basse della lamiera grecata e ricoperta da un lamierino per proteggere la pellicola in fase di manutenzione della copertura; per la pregettazione dell'attacco della pellicola e del lamierino si rimanda alla successiva fase di progetto, ovvero agli elaborati costruttivi.

2.9

IMPIANTO DI TERRA / INSTALLATION DE LA TERRE

Essendo l'impianto che sarà installato di tipo TN-S, questo avrà la messa a terra tramite la piastra equipotenziale presente sul quadro in cabina; per raggiungere questi dispersori dallo spazio espositivo, sarà necessario far sì che i cordoli dell'armatura della platea di base dell'edificio escano in due punti da questa e si ricolleghino così, attraverso una bandella in acciaio zincato da 35mmq, alla piastra equipotenziale sul quadro di cabina elettrica.

3

IMPIANTO DI TRASMISSIONE DATI / SYSTÈME DE TRANSMISSION DE DONNÉES

L'architettura sarà del tipo stellare e realizzata con cavo in fibra ottica OM3 – 50/125µ - 12 fibre, per il collegamento dai centro stella al rack di piano.

La distribuzione avrà origine dal rack al piano terra, installato nel locale tecnico, fino alle utenze terminali. Tali collegamenti alle prese utenze saranno realizzati con cavi in rame, UTP cat. 6a. Tutte le prese saranno RJ45. Il sistema telefonico verrà realizzato con prese e cavi di pari tipologia e categoria. L'impianto telefonico sarà collegato ad un centralino per il collegamento con l'esterno.

Nell'edificio saranno installate tubazioni, scatole, passerelle, cavi e prese utente in Cat.6a. La distribuzione, sarà realizzata a soffitto. Nell'attuale progetto sono solo state posizionate le prese RJ45 ai vari piani e il rack, in modo tale da costituire una predisposizione per l'impianto che può così mutare in base all'esposizione che si vuole tenere nelle diverse sale.

4

IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI / SYSTÈME DE DÉTECTION D'INCENDIE

I sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale di incendio avranno la funzione di rivelare e segnalare un incendio nel minor tempo possibile per dare la possibilità di attivare delle procedure d'intervento e di evacuazione delle persone presenti.

Saranno presidiati con rivelatori automatici tutti gli ambienti dell'edificio fatto salvo quelli per cui il pericolo di incendio verrà ritenuto trascurabile.

In generale gli impianti saranno realizzati secondo la norma UNI 9795.

Le parti che compongono l'impianto saranno:

- rivelatori automatici di fumo;
- punti di segnalazione manuale;
- centrale di controllo;
- apparecchiature di alimentazione;
- fermi elettromagnetici;
- dispositivi di allarme ottico-acustico;

I rivelatori sarà fatta tenendo presente le caratteristiche dell'ambiente da sorvegliare e delle sostanze e materiali ivi contenuti, in particolare:

- Sensore ottico di fumo a dispersione di luce per tutti i locali interni (corridoi, uffici, locali di deposito, sale espositive, ecc.);
- Sensore ottico di fumo per condotte per il controllo di incendi relativi all'UTA

La determinazione del numero di rivelatori necessari e della loro posizione sarà effettuata in funzione di quanto segue:

- tipo di rivelatore;
- superficie ed altezza del locale;
- forma del soffitto;
- condizione di aerazione.

I punti di segnalazione manuale saranno costituiti da pulsanti dislocati nella struttura che potranno essere attivati manualmente nel caso venga avvistata una situazione di pericolo di incendio.

Saranno installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile ad un'altezza compresa tra 1 m e 1,6 m. In ciascuna zona sarà installato un numero

di punti tale che almeno uno possa essere raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 30m.

Tutti i rivelatori ed i pulsanti previsti saranno del tipo ad "indirizzamento singolo" e saranno collegati tramite linee loop alla centrale di zona a loro volta tale centrale potrà comunicare con un PC dotato di software con pagine grafiche.

L'operatore sarà richiamato, in caso di allarme, dal suono di un cicalino e la descrizione in chiaro del tipo di allarme da trattare; con l'ausilio di eventuali mappe grafiche (non presenti in appalto) l'operatore sarà in grado di riconoscere l'evento ricevuto, discriminandone, senza incertezze, sia la tipologia sia la provenienza. Sul monitor del Personal Computer verrà rappresentata la piantina dove l'allarme è avvenuto con una icona rappresentante il rivelatore che ha generato l'evento di allarme e che si anima per richiamare l'attenzione dell'operatore.

Sarà inoltre installato un modulo di comando che toglierà alimentazione ai macchinari dell'impianto HVAC nel caso un cui sia individuato un incendio proveniente da questi.

Saranno previsti dei pannelli ripetitori in luoghi presidiati in grado di fornire tutte le segnalazioni di allarme e di funzione delle centrali di controllo.

I dispositivi di allarme normalmente utilizzati saranno:

- pannelli ottico-acustici;

Il sistema di segnalazione di allarme dovrà essere concepito in modo da evitare rischi indebiti di panico.

5

IMPIANTO DI SUPERVISIONE / SYSTÈME DE SUPERVISION

L'automazione degli impianti sarà affidata ad un unico Sistema di controllo dedicato. Tale sistema denominato Building Management System (BMS), garantirà un controllo integrato locale e/o remoto governando la funzionalità dei singoli impianti.

La gestione integrata degli impianti tecnologici sarà attuata, attraverso il sistema BMS, per gli impianti tecnologici ed elettrici, quali ad esempio:

- Impianto di climatizzazione;
- impianto elettrico a servizio dell'impianto di climatizzazione;
- impianto di rivelazione fumi.

Il sistema BMS si articolerà su 3 livelli:

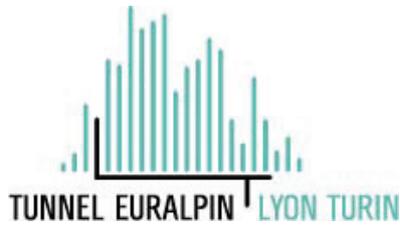
- Livello supervisione: Comprendente gli apparati informatici quali personal computer per l'acquisizione dei dati (Process Data Manager – PDM), servers, Workstations e postazioni, operatori via Web, stampanti, Interfacce di comunicazione con livello automazione e con la Lan in fibra ottica.
- Livello automazione: comprendente controllori DDC del tipo modulare o compatto alloggiati in appositi quadri elettrici e collegati agli apparati di campo, in grado di ottemperare a tutte le funzioni di regolazione e controllo degli impianti associati nel modo "stand alone" (locale) o attraverso il livello di supervisione.
- Livello di campo: comprendente tutti gli apparati di campo quali: valvole, trasmettitori, pressostati, servomotori, serrande motorizzate, serrande tagliafuoco, contatori di energia elettrica, termica ecc.

Si allega elenco punti di riferimento, vedi capitolo allegati.

ELENCO PUNTI					
DESCRIZIONE	AI	DI	AO	DO	SER
ELETTRO POMPA (PC1a)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC1b)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC2a)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC2b)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC3a)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC3b)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC4a)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC4b)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC5a)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC5b)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC6a)		2		1	
ELETTRO POMPA (PC6b)		2		1	
UTA - TERMOMETRO DA CONDOTTA	1				
UTA - TERMOMETRO DA CONDOTTA	1				
UTA - TERMOMETRO DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI TEMPERATURA DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI TEMPERATURA DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI TEMPERATURA DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI TEMPERATURA DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI TEMPERATURA DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI UMIDITA' DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI UMIDITA' DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI UMIDITA' DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA RIVELATRICE FUMO DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA RIVELATRICE FUMO DA CONDOTTA	1				
UTA - SONDA DI PRESSIONE DA CONDOTTA	1				
UTA - MOTORE MANDATA		2		1	
UTA - MOTORE RITORNO		2		1	
POMPA DI CALORE		2		1	1
VALVOLA A TRE VIE CIRCUITO DI MANDATA BATTERIA DI POST	1		1		
VALVOLA A TRE VIE CIRCUITO DI RITORNO BATTERIA DI POST	1		1		
VALVOLA A TRE VIE CIRCUITO DI MANDATA PREDISPOSIZIONE DRYCOOLER	1		1		
VALVOLA A TRE VIE CIRCUITO DI RITORNO PREDISPOSIZIONE DRYCOOLER	1		1		
VALVOLA A TRE VIE CIRCUITO DI MANDATA SCAMBIATORE DI CALORE	1		1		
VALVOLA A TRE VIE CIRCUITO DI RITORNO SCAMBIATORE DI CALORE	1		1		
UMIDIFICATORE	1	1	1		
PELLICOLA SCIOGLINEVE - SONDA DI TEMPERATURA	1				
PELLICOLA SCIOGLINEVE - SONDA DI UMIDITA'	1				
TOTALI	23	31	7	15	1

Si allega alla relazione tecnica la relazione di calcolo dell'impianto con titolo:

- "Allegato 1 alla relazione tecnica e di calcolo dell'impianto elettrico – Calcolo dell'impianto";
- "Descrizione tecnica della pellicola scioglineve".



**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE
CUP C11J05000030001**

**Chantier Opérationnel 04 – Cantiere Operativo 04
CIG ZC32971235**

**Travaux de construction de l'espace visiteurs et parcours panoramique provisoires –
Lavori di realizzazione dello spazio visitatori e percorso panoramico provvisori**

**Etude d'exécution – Progetto Esecutivo
Génie civil – Opere civili**

**Annexe 1 au rapport technique et de calcul du système électrique - Calcul du système
Allegato 1 alla relazione tecnica e di calcolo dell'impianto elettrico - Calcolo dell'impianto**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	28/10/2020	Première diffusion / Prima emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI
A	02/11/2020	Seconde diffusion / Seconda emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI
B	17/11/2020	Troisième diffusion / Terza emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI
C	20/11/2020	Quatrième diffusion / Quarta émission	ATSRL	ATSRL	POLLI

0	4	0	1	9	2	1	8	8	0	F	A	1	5	0	Z
Cantiere Operativo Chantier Opérationnel			Contratto Contrat					Opera Ouvrage			Tratta Tronçon	Parte Partie			

E	R	E	I	M	1	2	0	2	C
Fase Phase	Tipo documento Type de document	Oggetto Objet			Numero documento Numéro de document			Indice	

-
Scala / Echelle

A	P
Stato / Statut	

Indirizzo / Adresse GED			

Il progettista / Le designer

L'appaltatore / L'entrepreneur

Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre

Sommario

Calcolo delle correnti di impiego / Calcul des courants de fonctionnement	3
Dimensionamento dei cavi / Dimensionnement des câbles	4
Integrale di Joule / Intégrale de Joule	5
Dimensionamento dei conduttori di neutro / Dimensionnement des conducteurs neutroniques	6
Dimensionamento dei conduttori di protezione / Dimensionnement des conducteurs de protection	7
Calcolo della temperatura dei cavi / Calcul de la température du câble	7
Cadute di tensione / Chutes de tension	8
Fornitura della rete / Fourniture de réseau	9
Bassa tensione / Basse tension	9
Trasformatori / Transformateurs	10
Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0) / Facteurs de correction pour les générateurs et les transformateurs (EN 60909-0).....	12
Calcolo dei Guasti / Calcul des défauts	14
Motori asincroni / Moteurs asynchrones.....	18
Scelta delle protezioni / Choix des protections	19
Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture / Vérification de la protection contre les courts-circuits des canalisations	19
Verifica di selettività / Vérification de la sélectivité.....	20
Riferimenti normative / Exigences normatives.....	21

Calcolo delle correnti di impiego / Calcul des courants de fonctionnement

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

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

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos\varphi$ 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:

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

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

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

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

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

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle (ΣP_d a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

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

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:

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

Dimensionamento dei cavi / Dimensionnement des câbles

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} a) \quad & I_b \leq I_n \leq I_z \\ b) \quad & I_f \leq 1.45 \cdot I_z \end{aligned}$$

Per 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.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il programma gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z 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:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k 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.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_z \text{ min}$. 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.

Integrale di Joule / Intégrale de Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

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

La costante K viene data dalla norma CEI 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 = 92

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
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

Dimensionamento dei conduttori di neutro / Dimensionnement des conducteurs neutriques

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, possa 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 se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

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

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

Dimensionamento dei conduttori di protezione / Dimensionnement des conducteurs de protection

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 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm^2 , se in rame;
- 35 mm^2 , se in alluminio;

Calcolo della temperatura dei cavi / Calcul de la température du câble

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

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

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

espresse 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.

Cadute di tensione / Chutes de tension

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\left| \sum_{i=1}^k Z_{f_i} \cdot I_{f_i} - Z_{n_i} \cdot I_{n_i} \right| \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$c.d.t(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos\varphi + X_{cavo} \cdot \sin\varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta

di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

Fornitura della rete / Fourniture de réseau

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

Bassa tensione / Basse tension

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

- tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).
- corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cctrif} , in mΩ:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il $\cos\phi_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$50 < I_{cctrif}$	$\cos \phi_{cc} = 0.2$
$20 < I_{cctrif} \leq 50$	$\cos \phi_{cc} = 0.25$
$10 < I_{cctrif} \leq 20$	$\cos \phi_{cc} = 0.3$
$6 < I_{cctrif} \leq 10$	$\cos \phi_{cc} = 0.5$
$4.5 < I_{cctrif} \leq 6$	$\cos \phi_{cc} = 0.7$
$3 < I_{cctrif} \leq 4.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.8$
$1.5 < I_{cctrif} \leq 3$	$\cos \phi_{cc} = 0.9$
$I_{cctrif} \leq 1.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.95$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in m Ω :

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos \phi_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in m Ω :

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase I_{k1} , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare.

Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_2}{\sqrt{(2 \cdot R_d + R_0)^2 + (2 \cdot X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cdot \cos \phi_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot V}{I_{k1}} \cdot \cos \phi_{cc} - 2 \cdot R_d$$

$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \phi_{cc})^2} - 1}$$

Trasformatori / Transformateurs

Se nella rete sono presenti dei trasformatori a due avvolgimenti, i dati di targa richiesti sono:

- 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).

Dai dati di targa si possono ricavare le caratteristiche elettriche dei trasformatori, ovvero:

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

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

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

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

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

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

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 $m\Omega$:

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

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:

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

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

$$Z_{ot} = Z_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z} \right)}{1 + \left| \frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right|}$$

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

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

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

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

Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0) / Facteurs de correction pour les générateurs et les transformateurs (EN 60909-0)

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_T tale che:

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

$$K_T = 0.95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

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

è la reattanza relativa del trasformatore e C_{max} è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione K_G tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_{02}}{U_{rG}} \cdot \frac{C_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove

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

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore (U_{rG}). In Ampère U_{rG} non è gestita, quindi si considera $V_{02} / U_{rG} = 1$.

Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_S da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{C_{max}}{1 + |x'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_S non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_{SO} da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = (1 \pm p_T) \cdot \frac{C_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Dove p_T è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel programma viene impostato il fattore $(1 - p_T)$, con $p_T = (|V_{sec} - V_{02}|) / V_{02}$.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_{SO}

non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Calcolo dei Guasti / Calcul des défauts

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea). Le condizioni in cui vengono determinate sono:

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

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

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, 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 data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

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

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

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

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

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:

$$\begin{aligned} R_{0bN} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbN} \\ X_{0bN} &= 3 \cdot X_{db} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_{0bPE} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE} \\ X_{0bPE} &= X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db}) \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ:

$$\begin{aligned} R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\ X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\ R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\ X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\ R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\ X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up} \end{aligned}$$

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):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

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 $I_{k1N \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$

$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

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

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione Cmin, che può essere 0.95 se Cmax = 1.05, oppure 0.90 se Cmax = 1.10 (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore Cmin è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

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

$$R_{d\ max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N\ max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE\ max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase $I_{k1\ min}$ e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k\ min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\ max}}$$

$$I_{k1N\ min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N\ max}}$$

$$I_{k1PE\ min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\ max}}$$

$$I_{k2\ min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\ max}}$$

Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

Motori asincroni / Moteurs asynchrones

Le variabili caratteristiche del motore sono:

- Urm tensione nominale del motore [V] (concatenata per motori trifasi, di fase per motori monofasi collegati fase-neutro o fase-fase);
- Irm corrente nominale del motore [A];
- Srm potenza elettrica apparente nominale [kVA];
- P numero di coppie polari;
- Ilr/Irm 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 Ilr/Irm di 3.

Si calcola l'impedenza del motore:

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

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Se il motore (o generatore) è vicino al punto di guasto, occorre calcolare i coefficienti μ e q per ottenere la corrente di interruzione ib tenendo conto del tempo di ritardo (di default pari a 0.02s).

Il coefficiente μ si calcola secondo la seguente tabella:

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

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 fattore di potenza e η rendimento del motore.

Quindi:

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

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, possiamo avere:

$X_M = 0.995 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.10 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli ≥ 1 MW
$X_M = 0.989 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.15 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia 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.

$$R_d = R_M$$

$$X_d = X_M$$

Scelta delle protezioni / Choix des protections

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture / Vérification de la protection contre les courts-circuits des canalisations

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:

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

ossia in caso di guasto 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:

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

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^2S^2 e la I_z dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

Verifica di selettività / Vérification de la sélectivité

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla

caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).

- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Riferimenti normative / Exigences normatives

Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- 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 EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: 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 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico 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.
- 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 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

Norme di riferimento per la Media tensione

- 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.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

Quadro:		Tavola:										Impianto:													
QUADRO QG1																									
Sigla Arrivo:		Cliente:										Descrizione Quadro:													
QG1 C-0		TORINO-LIONE																							
Sistema di distribuzione:		TN-S		Resistenza di terra [Ohm]:		10		C.d.t. Max ammessa % :		4		Ik di barratura [kA]:		13,757		Tensione [V]:		400							
Circuito		Apparecchiatura										Corto circuito										Sovraccarico		Test	
Lunghezza ≤ Lunghezza max																						$I_b \leq I_n \leq I_z$		$I_r \leq 1,45 I_z$	
C.d.t. % con $I_b \leq$ C.d.t. max																									
Segnaletica	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I_b	Tipo	Distribuzione	I_b	P.d.i.	Ik max	I di Int. Prot.	I gt Fondo Linea	K ² S ²	FASE	NEUTRO	PROTEZIONE	I _b	I _n	I _z	I _r						
[mm ²]	[mm ²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A ² S]	I ² t max Inizio Linea [A ² S]	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea [A ² S]	[A ² S]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]			
QG1 C-0				0,86	3VA13 L/T TM240 ATAM 3RN/2	Quadrifilare		36	13,76	4,8	4,877					325	400								
QG1 C-1				0,86	Cl. I - Up 1.5 kV	Quadrifilare		100	13,69	1,323	4,788					0	100								
QG1 C-2	1(3G4)	20	161	1,28	5SU13537KK16	Monofase L1+N	0,03 - C	15	5,89	0,03	644	12,334	327,184	327,184	12,334	327,184	16	39	21			57	SI		
QG1 C-3	1(3G1,5)	20	59	1,96	5SU13537KK10 100kA -C10-T2- ICRth 4kW T0A	Monofase L1+N	0,03 - C	15	5,89	0,03	259	10,268	46,01	46,01	10,268	46,01	10	21	13			30	SI		
QG1 C-4	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-5	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-6	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-7	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-8	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-9	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-10	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-11	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-12	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		
QG1 C-13	1(4G4)	20	98	1,1	100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50	13,69	144	599	36,401	327,184			327,184	10	34	12			49	SI		

Sigla utenza	Sezione [mm ²]	L [m]	L max [m]	C.d.t.% con lb [%]	Tipo	Distribuzione	l ₀ [A]	P.d.l. [kA]	Ik max [kA]	I di Int. Prot. [A]	I gt Fondo Linea [A]	I ² t max Inizio Linea [A ² S]	K ² S ² [A ² S]	I ² t max Inizio Linea [A ² S]	K ² S ² [A ² S]	I ² t max Inizio Linea [A ² S]	K ² S ² [A ² S]	l _b [A]	l _n [A]	l _z [A]	l _r [A]	1.45l _z [A]	
QG1 C-14	1(4G4)	20	98 1,1		ICR1n 4kW 10A 100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50 13,69	144	599	36.401	327.184	327.184	24.714	327.184	327.184	24.714	327.184	4.558	10	34	12	49 SI
QG1 C-15	1(4G4)	20	98 1,1		ICR1n 4kW 10A 100kA -C10-T2- AC3	Tripolare		50 13,69	144	599	36.401	327.184	327.184	24.714	327.184	327.184	24.714	327.184	4.558	10	34	12	49 SI
QG1 C-16	1(5G6)	10	133 1,13		5SY44258+5SV36 424+3RW30261B B14	Tripolare	0,3 - C1	20 13,69	0,3	1.555	76.591	736.164	736.164	32.663	736.164	736.164	32.663	736.164	16	25	43	33	63 SI
QG1 C-17	1(5G6)	10	179 1,06		5SY443137+5SM23 B14	Tripolare	0,3 - C1	20 13,69	0,3	1.555	76.591	736.164	736.164	32.663	736.164	736.164	32.663	736.164	12	25	43	33	63 SI
QG1 C-18	1(5G6)	10	239 1,03		5SY44327+5SM23 326	Tripolare	0,03 - C	20 13,69	0,03	1.479	32.434	736.164	736.164	16.419	736.164	736.164	16.419	736.164	9,116	13	43	17	63 SI
QG1 C-19	1(5G6)	10	115 1,17		5SY44327+5SM23 426	Quadripolare	0,03 - C	20 13,69	0,03	1.563	102.803	736.164	736.164	38.687	736.164	736.164	38.687	736.164	18	32	43	42	63 SI
QG1 C-20	1(5G6)	10	115 1,17		5SY44327+5SM23 426	Quadripolare	0,03 - C	20 13,69	0,03	1.563	102.803	736.164	736.164	38.687	736.164	736.164	38.687	736.164	18	32	43	42	63 SI
QG1 C-21	1(5G6)	10	239 1,01		5SY44327+5SM23 426	Quadripolare	0,03 - C	20 13,69	0,03	1.563	102.803	736.164	736.164	38.687	736.164	736.164	38.687	736.164	9,116	32	43	42	63 SI
QG1 C-22	1(3x85+G50)	30	175 1,48		3VA12 L/T TM240 ATAM+Dif.A.d70m m	Tripolare	3 - Cl. A	36 13,69	3	3.212	197.823	184.552.22	184.552.22	147.98	51.122.500	180	200	238	180	200	238	260	346 SI
QG1 C-23	1(3G2,5)	40	504 1,12		5SU13531KK10	Monofase L1+N	0,03 - C	15 5,89	0,03	219	10.268	127.806	127.806	10.163	127.806	127.806	10.163	127.806	0,962	10	18	13	26 SI
QG1 C-24	1(3G4)	20	320 1,08		5SU13531KK10	Monofase L2+N	0,03 - C	15 5,89	0,03	631	10.268	327.184	327.184	10.163	327.184	327.184	10.163	327.184	2,406	10	25	13	36 SI
QG1 C-25			1,08			Monofase L2+N	0,03	0,99	0,03	631								0	10			13	SI
QG1 C-26			1,08			Monofase L2+N	0,03	0,99	0,03	631								2,406	10			13	SI
QG1 C-27	1(2x1,5)+(1PE1,	5	112 1,23		5SJ35107	Monofase L2+N	0,03	6 0,99	0,03	390	1.945	46.01	46.01	1.82	46.01	46.01	1.945	46.01	2,406	10	21	13	30 SI
QG1 C-28	1(3G4)	20	161 1,28		5SU13537KK16	Monofase L1+N	0,03 - C	15 5,89	0,03	644	12.334	327.184	327.184	12.192	327.184	327.184	12.334	4,558	16	39	21	57 SI	
QG1 C-29	1(3G1,5)	20	59 1,96		5SU13537KK10	Monofase L1+N	0,03 - C	15 5,89	0,03	259	10.268	46.01	46.01	10.163	46.01	46.01	10.268	4,558	10	21	13	30 SI	
QG1 C-30	1(3G4)	20	161 1,28		5SU13537KK16	Monofase L1+N	0,03 - C	15 5,89	0,03	644	12.334	327.184	327.184	12.192	327.184	327.184	12.334	4,558	16	39	21	57 SI	
QG1 C-31	1(3G1,5)	20	59 1,96		5SU13537KK10	Monofase L3+N	0,03 - C	15 5,89	0,03	259	10.268	46.01	46.01	10.163	46.01	46.01	10.268	4,558	10	21	13	30 SI	
QG1 C-32	2(1x2,5)+(1PE2,	20	200 1,2		5SV13161KK10	Monofase L1+N	0,03 - C	10 5,89	0,03	414	13.663	127.806	127.806	12.638	127.806	127.806	13.663	193.6	2,279	10	30	13	43 SI
QG1 C-33			0,9		5SY63257+5SM23 320	Tripolare	0,03 - C	15 13,69	0,03	4.31								16	25		33	SI	
QG1 C-34	1(5G16)	15	88 1,43		3VA10 L/1 TM210 FTFM 3R+Dif.A.d35mm	Tripolare	3 - Cl. A	16 13,69	3	2.37	136.216	5.234.944	5.234.944	88.27	5.234.944	61	80					104	116 SI
QG1 C-35	1(3G2,5)	20	200 1,2		5SV131617KK10	Monofase L1+N	0,03 - C	10 5,89	0,03	414	13.663	127.806	127.806	12.638	127.806	127.806	13.663	2,279	10	29	13	42 SI	



**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE
CUP C11J05000030001**

**Chantier Opérationnel 04 – Cantiere Operativo 04
CIG ZC32971235**

**Travaux de construction de l'espace visiteurs et parcours panoramique provisoires –
Lavori di realizzazione dello spazio visitatori e percorso panoramico provvisori**

**Etude d'exécution – Progetto Esecutivo
Génie civil – Opere civili**

Annexe 2 au rapport technique et de calcul du système électrique

Allegato 2 alla relazione tecnica e di calcolo dell'impianto elettrico – Scheda tecnica pellicola scioglilineve

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	17/11/2020	Première diffusion / Prima emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI
A	20/11/2020	Seconde diffusion / Seconda emissione	ATSRL	ATSRL	POLLI

0	4	0	1	9	2	1	8	8	0	F	A	1	5	0	Z
Cantiere Operativo Chantier Opérationnel			Contratto Contrat					Opera Ouvrage			Tratta Tronçon	Parte Partie			

E	R	E	I	M	1	2	0	2	A
Fase Phase	Tipo documento Type de document	Oggetto Objet	Numero documento Numéro de document			Indice			

-
Scala / Echelle

A	P
Stato / Statut	

Indirizzo / Adresse GED			

Il progettista / Le designer

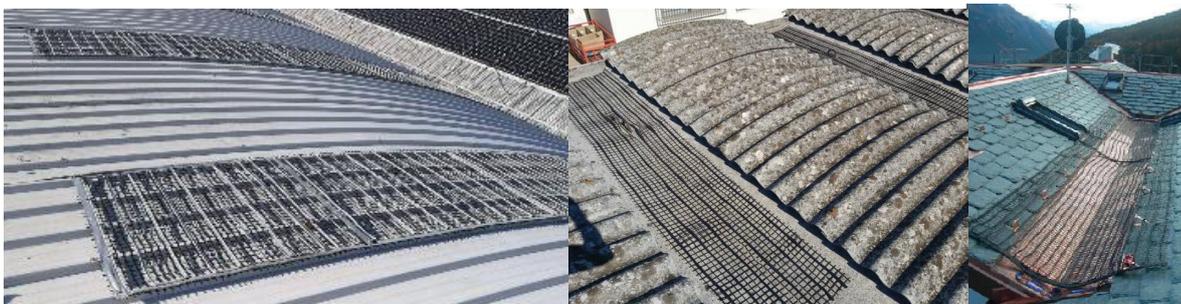
L'appaltatore / L'entrepreneur

Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre

CARBON FIBER ELECTRIC HEATING SYSTEMS OFFERTA TECNICA

Sistemi scioglineve studiati per varie tipologie di coperture e che possono essere utili per l'adeguamento di alcune strutture alla Normativa NTC 2018. Tutti i sistemi scioglineve sono funzionanti con alimentazione 230Vac 50-60Hz, su resistori in fibra di carbonio (tecnologia www.thermaltt.com), tutte le soluzioni vengono realizzate a misura e personalizzate nei particolari per ogni singolo progetto.

SISTEMA RETE RISCALDANTE SCIOGLINEVE PER TETTI- PVRT



Composizione:

- Cavi riscaldanti in fibra di carbonio isolati con poliolefine e armati con rame stagnato ricoperto in PVC, rivestiti da una banda in poliestere nero e fissati ad una rete
 - rete in fibra di vetro (rinforzata g/m² 340, maglie 28mm)
- Il sistema viene prodotto in base alle misure della superficie su cui installare l'impianto.

Dati tecnici:

- Resistori in fibra carbonio
- Alimentazione 230V 50-60 Hz
- Potenza da 150W/m² a 180W/m²
- Dimensioni: rete realizzata a misura (esecuzione "A PROGETTO")
- CONTROLLO TEMPERATURA: Tramite gestione elettronica (opzionale)
- cavi alimentazione H07 RNF 3x1,- lunghezza standard = 3m

COPERTURA CON TRAVI A "T" IN CEMENTO CON CUPOLINO

Sistema a rete scaldante eseguito a misura con predisposizione di fissaggio adeguata alla necessità di ogni singola situazione.



PELLICOLA SCIUGLINEVE PER TETTI IN ALUMINIO ADESIVO HTR_ALU

In occasione di impreviste e abbondanti nevicate le coperture industriali piane possono subire sovraccarichi estremamente pericolosi che possono portare anche al collasso della struttura. La pellicola scioglineve scalda tutta la superficie del tetto, sciogliendo neve e ghiaccio



COPERTURA PIANA IN GUAINA HTR_ALU

(potenza da 110W/m² a 150W/m²)

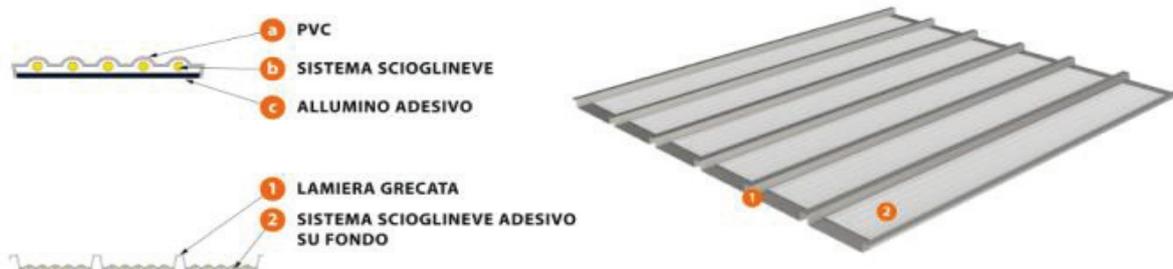


Il sistema ha uno spessore di 3mm ed è adesivo su entrambi i lati per essere incollato sulla copertura esistente e tenere incollata la nuova guaina di copertura.

PELLICOLA SCIUGLINEVE SOTTO LE COPERTURE IN LAMIERA GRECATA HTR_ALU_PVC

(potenza da 150W/m² a 180W/m²)

Sistema a fasce in alluminio adesivo sul lato da incollare alla copertura e sul lato esterno una finitura in PVC in tono colore della copertura. NON sempre e necessario intervenire sull'intera copertura.



Sistema a fasce in alluminio adesivo sul lato da incollare alla copertura e sul lato esterno una finitura in PVC in tono colore della copertura. NON sempre e necessario intervenire sull'intera copertura.

TELO SCIOGLINEVE IN PVC HTR_PVC

In occasione di impreviste e abbondanti nevicate le coperture in PVC, ad esempio palloni pressostatici, tensostrutture, gazebo, ecc. possono subire sovraccarichi dovuti al peso della neve estremamente pericolosi, che possono portare al collasso della struttura. Il telo scioglineve scalda tutta la superficie del tetto, sciogliendo neve e ghiaccio.



Resistori in fibra di carbonio interposti tra un telo in PVC e un tessuto adesivo. Facile e rapida applicazione utilizzando gli anelli perimetrali per l'aggancio di tenditori.

Composizione

- Telo in PVC.
- Resistori in fibra di carbonio
- Anelli diam. 10 mm sul perimetro
- sul lato interno - doppio strato di alluminio biadesivo per "uniformare" la superficie scaldante.

CONTROLLO DELLA TEMPERATURA

A scelta verrà fornita una centralina elettronica T616 con sonda di temperatura T614 e sonda umidità T613 per poter gestire l'accensione/spengimento del sistema in modo automatico.

In alternativa il sistema può essere controllato manualmente attivandolo quando necessario ad inizio innevamento.



T616

centralina elettronica di rilevamento neve/ghiaccio



T614

sonda di temperatura



T613

sonda di umidità (ghiaccio neve)

NOTA: la centralina T616 ha in uscita 16 A

La differenza deve essere superata usando un **relee di potenza** (di Vs competenza)

Conformità:

Questo prodotto è conforme alle misure di sicurezza elettrica secondo la direttiva bassa tensione 2014/35/EU e ai requisiti di compatibilità elettromagnetica secondo la direttiva 2014/30/EU. Il prodotto è conforme alle norme CEI EN 50366:2004 relative alle elettromagnetiche.



CARBON FIBER HEATING SRL