

PROVINCIA DI IMPERIA
VIALE MATTEOTTI, 147 I-18100 IMPERIA

SEGGIOVIA BIPOSTO AD AMMORSAMENTO FISSO

"TRE PINI – CIMA DELLA VALLETTA"

COMPRENSORIO SCIISTICO DI MONESI – COMUNE DI TRIORA

PROGETTO DEFINITIVO

Descrizione:

RELAZIONE TECNICO - DESCRITTIVA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

I Progettisti:

- Ing. Sergio BLENGINI
- Ing. Ermanno VAIR

Responsabile del procedimento:

- Ing. Michele RUSSO
  (Dirigente Settore Viabilità, Trasporti e Grandi Infrastrutture Provincia Imperia)

Co-progettista:

- Ing. Michele RUSSO
  (Dirigente Settore Viabilità, Trasporti e Grandi Infrastrutture Provincia Imperia)

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Eseguito	Verif./Approv.	Nome elaborato
00	28.11.2012		AC	SB	12077_EL001_PD00
01					
02					

Questo elaborato è di proprietà della Dimensione Ingenierie S.r.l., qualsivoglia divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata

SOMMARIO

01. PREMESSA 4

02. OGGETTO 4

03. NORMATIVA E LEGISLAZIONE APPLICABILE 5

04. DATI DI PROGETTO 6

04.01. ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO 6

04.02 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI 6

04.03 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI ELETTRICI 7

04.03.01. Origine degli impianti 7

04.03.02. Fabbisogni energetici: Cabina MT/BT "Tre Pini" 7

04.03.03. Sistema di distribuzione – impianto di messa a terra 8

04.03.04. Corrente di guasto a terra e tempo di intervento delle protezioni MT 8

04.03.05. Contributo della rete MT Utente alla corrente di guasto a terra 8

04.03.06. Caratteristiche della cabina MT/BT al punto di consegna, "Monesi" 8

04.03.07. Percorsi e distribuzione delle linee in cabina MT, "Monesi" 9

04.03.08. Caratteristiche della cabina MT/BT, "Tre Pini" 9

04.03.09. Percorsi e distribuzione delle linee in cabina MT, "Tre Pini" 10

04.04. PRESCRIZIONI PARTICOLARI 11

05. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI 12

05.01. SEZIONE RICEVITRICE MT 15 KV CABINA "MONESI" 12

05.01.01 Scelta del dispositivo di protezione generale MT, [+QDG] 12

05.01.02 Scelta del dispositivo di protezione linea MT, [+SMT1] 13

05.01.03 Scelta dei cavi MT Utente dalla Cabina "Monesi" alla cabina "Tre Pini" 13

05.02. SEZIONE MT 15 KV CABINA "TRE PINI" 14

05.02.01 Scelta del dispositivo di protezione trasformatore in arrivo linea MT, [+SMT2] 14

05.02.02 Scelta del Trasformatore, [+TR2] 15

05.04. SEZIONE BT 400 V, "TRE PINI" 16

05.04.01 Calcolo della corrente di corto circuito trifase ai capi del secondario del trasformatore. 16

05.04.02 Scelta dei dispositivi di protezione del trasformatore – lato BT 16

05.04.03 Quadri servizi (+QE.SM) e (+QE.SR) 17

05.05 LINEE DI ALIMENTAZIONE PRINCIPALI BT 18

05.06 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E DISTRIBUZIONE F.M. 19

05.06.01 illuminazione di emergenza 20

05.06.02 Impianto di riscaldamento 20

06. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI 21

07. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI 21

08. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI 21

08.01. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI LINEE E IMPIANTI BT 22

09. IMPIANTO DI TERRA 23

09.01. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLE STAZIONI 23

09.02. NODO DI TERRA INSTALLATO ALL'INTERNO DELLA CABINA MT/BT 23

09.03. IMPIANTO DI TERRA RELATIVO ALL'IMPIANTO DI SEGGIOVIA. 24

09.04. VALORE DELLA RESISTENZA DI TERRA AI SENSI DELLA CEI 11-1 24

10. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE 25

10.01. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO 25

10.02. INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE 25

10.03 DATI INIZIALI 25

10.04 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE 26

10.05 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE 27

10.06 CONCLUSIONI 27

11. VERIFICHE 27

11.01 VERIFICHE INIZIALI 27

11.01.01 Esame a vista 27

11.01.02 Prove 28

11.02 VERIFICHE PERIODICHE 29

11.02.01 Frequenza della verifica periodica 29

01. PREMESSA

La presente Relazione di Progetto individua le scelte progettuali effettuate per l'esecuzione degli impianti definiti nell'oggetto, in relazione alle caratteristiche degli ambienti in cui sono installati, con particolare riferimento ai requisiti di sicurezza, affidabilità e funzionalità.

Il presente elaborato riguarda l'insieme degli impianti elettrici relativi al nuovo impianto di risalita denominato Seggiovia biposto ad ammorsamento fisso "Tre Pini – Cima della Valletta" che si sviluppa in due stazioni di valle e di monte comprendenti ognuna gli impianti elettrici suddetti.

02. OGGETTO

La presente relazione tecnica di progetto riguarda la realizzazione degli impianti elettrici di trasformazione e di distribuzione di energia per la alimentazione della seggiovia richiamata in premessa.

Gli impianti comprenderanno un modulo in media tensione per la protezione di linea; che sarà installato ad integrazione della esistente cabina elettrica a valle della seggiovia esistente "Monesi – Tre Pini", a seguito denominata cabina di trasformazione MT/BT "Monesi".

Dal suddetto modulo si deriverà una linea in cavo interrato da 15 – 20 KV (lunga circa 1.450m.), che alimenterà la nuova cabina elettrica di trasformazione prevista nel locale seminterrato della stazione di valle della seggiovia in oggetto, denominata a seguito cabina di trasformazione MT/BT "Tre Pini".

Dalla cabina di trasformazione "Tre Pini", saranno derivati gli impianti di alimentazione dell'azionamento della rispettiva stazione di valle-motrice ed i relativi circuiti dei servizi di FM e illuminazione. La stazione di monte-rinvio viene alimentata tramite un cavo interrato lungo linea per un lunghezza di circa 880 m.

Gli impianti elettrici alimenteranno i servizi di stazione, i quadri elettrici di gestione delle sicurezze e delle apparecchiature di funzionamento della Seggiovia; in pratica tutto ciò che ricade nell'ambito di applicazione del D.L. 37 del 22/01/08.

La presente relazione non riguarda invece l'impianto di "funivia", realizzato secondo le norme specifiche relative agli Impianti a Fune e Trasporto Pubblico. Questo impianto comprende, oltre che le apparecchiature di comando, di controllo e di sicurezza; il relativo impianto di "bordo macchina".

03. NORMATIVA E LEGISLAZIONE APPLICABILE

Salvo particolari prescrizioni, indicate in questo capitolo o in altre specifiche tecniche; tutte le apparecchiature elettriche, le macchine elettriche, la progettazione e gli impianti elettrici stessi, saranno conformi all'ultima edizione delle seguenti leggi, norme, e regolamenti.

I componenti e le apparecchiature costituenti gli impianti dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI di prodotto.

Altre Norme e/o disposizioni legislative inerenti l'esecuzione degli impianti, oggetto del presente progetto; dovranno comunque essere rispettate, anche se non espressamente richiamate.

D.Lgs n. 81 del 09/04/08;	*"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";*
Legge 186 del 01/03/68;	"*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici".*
Legge 791 del 18/10/77;	*Attuazione direttiva CEE relativa alle garanzie di sicurezza dei materiali elettrici*
DM n°37 del 22.01.08;	*"Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n°248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici";*
Norma CEI 11-1;	*"Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata";*
Norma 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*
Norma CEI 64-8;	*"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";*
Norma CEI EN 60439;	*"Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)";*
Norma CEI EN 62305;	*"Protezione contro i fulmini";*

04. DATI DI PROGETTO

I dati di progetto necessari, forniti dal Committente, sono descritti di seguito e sono finalizzati all'individuazione delle caratteristiche che dovranno possedere gli impianti elettrici in relazione agli scopi cui sono destinati.

04.01. ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO

Come elaborati grafici di riferimento si considerano:

- 12077_WE001_PE00 — *Planimetria generale*
  Alimentazioni elettriche MT/BT esistenti in progetto
- 12077_WE002_PE00 — *Area a Valle e a Monte*
  Planimetria alimentazioni generali
- 12077_WE003_PE00 — *Area a Valle*
  Impianto elettrico civile e funiviario – Impianto di terra
- 12077_WE004_PE00 — *Area a Monte*
  Impianto elettrico civile e funiviario – Impianto di terra
- 12077_WE005_PE00 — Schema elettrico unifilare MT/BT

04.02 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici oggetto della nuova installazione saranno dedicati, come già detto, all'alimentazione del nuovo impianto di risalita "Tre Pini – Cima della Valletta" che verrà installata presso la stazione sciistica di Monesi di Triora (IM)

Il presente progetto riguarda la risistemazione della cabina di trasformazione esistente "Monesi" e la realizzazione della nuova cabina di trasformazione MT/BT "Tre Pini"; il collegamento tra le due cabine tramite linea in MT; la distribuzione dell'energia elettrica in BT fino ai quadri elettrici primari di funivia e di servizio, e da questi ai sottoquadri di zona dell'intera struttura.
Sono inoltre comprese le linee delle prese di corrente degli apparecchi di illuminazione e le apparecchiature stesse.
Oltre questi si definisce il dimensionamento dell'impianto di terra su tutta l'area compresa dall'edificio, delle strutture metalliche e dell'impianto a fune.

04.03 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI ELETTRICI

04.03.01. Origine degli impianti

L'origine degli impianti, in corrispondenza della struttura di valle "Monesi", è costituita dalla consegna in MT, 15 kV, da parte dell'Ente Distributore - ENEL, dell'energia elettrica. Essa confina con la sezione ricevitrice MT dell'utente.

I locali di valle e l'alimentazione delle utenze della seggiovia "Monesi –Tre Pini" esulano dalla presente relazione tecnica di progetto, mentre viene effettuato il dimensionamento della suddetta sezione ricevitrice utente, per le protezioni necessarie con il nuovo allacciamento, in conformità alla CEI 0-16.

Sarà, di seguito, effettuato il dimensionamento della sezione ricevitrice utente comprendente la cella del nuovo interruttore di protezione generale DG, con la protezione di massima corrente e corto circuito (50, 51) e contro i guasti verso terra 51N e 67N. Dal DG si deriva l'attuale cella con l'interruttore di protezione MT al trasformatore esistente, e la nuova sezione di protezione della linea MT destinata ad alimentare la nuova cabina di trasformazione "Tre Pini".

A partire da detta sezione è prevista la linea 15 KV in cavo, posata su cavidotto esistente fino alla stazione di monte della seggiovia "Monesi –Tre Pini", dove prosegue con una tratta di posa interrata fino alla stazione di valle della nuova seggiovia nella cabina di trasformazione MT/BT, "Tre Pini".

Nella suddetta cabina, sarà prevista la cella di arrivo linea, la sezione contenente la protezione MT ed il trasformatore stesso. Esso, sarà dimensionato e collocato nell'apposito box dove saranno montati anche gli interruttori di protezione BT.

04.03.02. Fabbisogni energetici: Cabina MT/BT "Tre Pini"

Nella Cabina elettrica prevista alla stazione di "Monesi", viene considerata unicamente la potenza necessaria al funzionamento della seggiovia "Tre Pini – Cima della Valletta".
Per cui:

- 190 Kw la potenza dell'azionamento della seggiovia, nella condizione di massimo carico all'avviamento;
- 15 kW la potenza delle utenze ausiliarie della seggiovia;
- 10 kW la potenza per i servizi in genere (luce e F.M.) alla stazione motrice a valle;
- 25 kW la potenza della tenditrice idraulica alla stazione di rinvio a monte;
- 5 kW le potenza per i servizi in genere (luce e F.M.) alla stazione di rinvio a monte.

Corrispondente ad una Potenza Attiva totale, di:

P = 245 kW

04.03.03. Sistema di distribuzione – impianto di messa a terra

Il sistema di distribuzione dell'energia elettrica a partire dalla cabina di trasformazione MT/BT "Tre Pini" è di tipo TN – S.

L'impianto di terra della cabina ed il sistema disperdente dell'impianto a fune in oggetto, dovranno essere tra loro collegati.

Il collegamento tra gli impianti di terra della cabina "Monesi" e della cabina "Tre Pini" avverrà tramite gli schermi dei cavi MT che costituiranno la linea di alimentazione della cabina di monte.

04.03.04. Corrente di guasto a terra e tempo di intervento delle protezioni MT

La corrente di guasto a terra I_F ed il tempo di intervento t_F delle protezioni MT, dovranno essere richieste all'Ente Distributore dell'energia elettrica Enel in corrispondenza della cabina di consegna "Monesi", e verificati in conformità ai parametri richiamati dalla CEI 11-1, per le protezioni verso terra dell'impianto.

04.03.05. Contributo della rete MT Utente alla corrente di guasto a terra

Il calcolo del contributo della rete MT alla corrente di guasto a terra dovrà essere comunicato dall'ENEL, e nell'esecuzione dell'impianto si dovranno rispettare i valori di taratura del dispositivo MT, previsti dalle CEI 11-1 relativamente al tempo di eliminazione del doppio guasto monofase a terra.

04.03.06. Caratteristiche della cabina MT/BT al punto di consegna, "Monesi"

Nella cabina di trasformazione esistente, come descritto, si devono effettuare gli interventi descritti, istallando le nuove unità, lato MT, con le seguenti caratteristiche principali:

Unità dispositivo generale MT (+QDG):

La sezione MT consisterà in uno scomparto arrivo e protezione della linea MT uscente (arrivo dal basso e uscita dall'alto) con montante e connesse le seguenti apparecchiature:

- Sezionatore rotativo 24KV – 630 A – 12,5 KA provvisto di blocco chiave e interblocco con sezionatore di terra;
- Sezionatore di terra interbloccato con sezionatore di linea; più interblocco a chiave con sezionatore di terra in arrivo linea su cabina di monte (Pian del Bal)
- Interruttore automatico tripolare sottovuoto DG, con potere di interruzione 12,5 KA, tensione di esercizio 24KV, corrente nominale 630 A corredato di rilevatori di corrente e bobina di apertura a 230V.
- Terna di partitori capacitivi con segnalazione esterna di presenza tensione.
- Unità di protezione elettronica con funzioni 50 – 51 – 51N – 67N.

Unità dispositivo di protezione trasformatore TR1 (+QMT1):

Questa unità è quella già presente, e viene risistemata per organizzare le nuove unità e rifatti i collegamenti in MT. Le caratteristiche corrispondono a quanto riportato nel relativo fascicolo ABB n° 1VCL004869T001 denominato "Quadro MT 24kV tipo "UniMix"".

Unità dispositivo di protezione linea MT alla nuova cabina "Tre Pini" (+SMT1):

La protezione alla linea MT, verra realizzata con un uno scomparto contenente le seguenti apparecchiature:

- Sezionatore tripolare di terra 24KV – 630 A – 12,5 KA sull'arrivo con manovra indipendente e blocco a chiave; più chiave di interblocco con sezionatore di terra, abbinata con lo scomparto +SMT2, nella cabina "Tre Pini";
- Interruttore di manovra sezionatore tripolare IMS in esecuzione normale combinato con fusibili con potere di interruzione 12,5 KA, tensione di esercizio 24KV, corrente nominale 630 A e bobina di apertura a 230V.
- 3 fusibili 24 KV – 32 A.
- Sezionatore tripolare di terra interbloccato con interruttore di manovra e blocco a chiave.

04.03.07. Percorsi e distribuzione delle linee in cabina MT, "Monesi"

La distribuzione delle condutture elettriche all'interno del locale è prevista utilizzando e riordinando i cavi nel cunicolo esistente. Inoltre nel posizionare i nuovi cavi dovrà essere curata la disposizione degli stessi andando a separare opportunamente i conduttori MT da quelli BT nello stesso cunicolo.

La linea MT, in uscita dalla cabina MT/BT, viene posato nel cavidotto già predisposto lungo tutta la linea. Il cavidotto dovrà essere ripreso e opportunamente raccordato in stazione a valle e nella stazione a monte per proseguire poi nella nuova tratta interrata fino alla cabina di trasformazione "Tre Pini".

04.03.08. Caratteristiche della cabina MT/BT, "Tre Pini"

La nuova cabina di trasformazione "Tre Pini", prevista nel locale seminterrato della seggiovia, dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- L'accesso al locale seminterrato, sarà realizzato con serramenti in vetroresina del tipo omologati Enel, composti da una doppia porta completa di serratura e due finestrini di areazione con reti antinsetto.
- All'interno della suddetto locale, oltre all'impianto di illuminazione normale e di emergenza, dovrà essere completato con tutti gli accessori richiesti dalla sicurezza per il personale addetto, schema elettrico, cartelli monitori e di avvertenza, e pedana o tappeto isolante.
- La cabina sarà chiusa su tutti i lati con l'accesso frontale delle apparecchiature di manovra e protezione mediante porte incernierate, e combinazione di chiavi di blocco.
- La cabina sarà di tipo modulare e costruita in lamiera di ferro pressopiegata, opportunamente trattata e verniciata, le strutture metalliche che la compongono saranno adeguatamente messe a terra con un circuito in bandella e rame flessibile.

- La cabina dovrà inoltre comprendere un collettore zincato o in rame di robusta sezione al quale verranno intestati i conduttori facenti parte del sistema di terra dell'impianto, e disposta a vista sulla parete della stessa.

La cabina dovrà prevedere i seguenti scomparti:

Unità dispositivo di protezione trasformatore (+SMT2):

La linea MT proveniente dalla cabina del punto di consegna "Monesi" si attesta a questa unità, disposta a protezione del trasformatore, lato MT. Lo scomparto dovrà contenere le seguenti apparecchiature:

- Sezionatore tripolare di terra 24KV – 630 A – 12,5 KA sull'arrivo con manovra indipendente e blocco a chiave; più chiave di interblocco con sezionatore di terra, abbinata con lo scomparto +SMT1, nella cabina "Monesi";
- Interruttore di manovra sezionatore tripolare IMS in esecuzione normale combinato con fusibili con potere di interruzione 12,5 KA, tensione di esercizio 24KV, corrente nominale 630 A e bobina di apertura a 230V.
- 3 fusibili 24 KV – 32 A.
- Sezionatore tripolare di terra interbloccato con interruttore di manovra e blocco a chiave.

Unità box trasformatore e scomparto BT (+TR2 e BT1):

Il trasformatore in oggetto viene installato all'interno di apposito box in carpenteria metallica, grado di protezione non inferiore ad IP3X avente dimensioni indicative non superiori a:

L = 1.950 mm; P = 1.400 mm; H = 1.950 mm.

Il box di trasformazione, avrà dimensioni adatte a contenere un trasformatore fino a 630 kVA, con illuminazione interna e scomparto segregato in lamiera per installare gli interruttori di protezione delle linee BT.

04.03.09. Percorsi e distribuzione delle linee in cabina MT, "Tre Pini"

La distribuzione delle condutture elettriche all'interno del locale è prevista su percorsi, parte in cunicolo, e parte in canalina zincata.

A fianco della porta d'ingresso del locale verrà posato un apposito pozzetto, che accoglie il cavo MT di arrivo e si collega tramite cavidotti al cunicolo interno del locale.
Il cunicolo verrà previsto sui tre lati del locale e verrà utilizzato sia dalle apparecchiature della cabina di trasformazione che per il quadro dell'azionamento principale.

I cavi BT verso il quadro dei servizi e del quadro di smistamento posti nel locale di comando, saranno posati su apposita canalina zincata, dal cunicolo al soffitto del locale. I cavi BT verso il motore di trazione in sala macchine, saranno disposti su altra canalina zincata dal quadro dell'azionamento principale, al soffitto, fino a raccordarsi con il pozzetto esterno a livello del locale di comando.

04.04. PRESCRIZIONI PARTICOLARI

Non sono state fornite dal Committente particolari indicazioni oltre quanto corrispondente alle tipologie di utilizzo dei locali, che possano determinare ulteriori prescrizioni sulle caratteristiche che dovranno possedere gli impianti elettrici oggetto del presente progetto in relazione alle condizioni ambientali, di installazione e di esercizio.

L'eventuale futuro insorgere di condizioni particolari, in virtù delle quali gli impianti elettrici debbano possedere caratteristiche differenti da quelle previste; comporterà la modifica degli impianti realizzati e l'aggiornamento della documentazione di progetto secondo le nuove condizioni.

Si declina pertanto qualunque responsabilità derivante da condizioni di funzionamento, rischio e quant'altro; nella fattispecie non considerate nel presente progetto, per le quali non sia stata fornita dal Committente un'adeguata informazione e/o prescrizione.

Inoltre, si evidenzia che sarà cura dell'impresa installatrice, seguendo le disposizioni contenute nel presente progetto; consegnare le opere complete, eseguite a regola d'arte ed in conformità alle norme vigenti.
Nessuna eccezione potrà essere sollevata dall'impresa costruttrice dei lavori per errata interpretazione degli elaborati, per insufficiente informazione sulla destinazione d'uso o caratteristiche diverse da quelle previste.

05. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

05.01. SEZIONE RICEVITRICE MT 15 KV CABINA "MONESI"

Nel paragrafo seguente saranno scelte le apparecchiature di MT da installare all'interno della sezione ricevitrice, considerando l'attuale cabina esistente e perfettamente funzionante.

A seguito verranno elencate le caratteristiche della sola fornitura di adeguamento della cabina di trasformazione

05.01.01 Scelta del dispositivo di protezione generale MT, [+QDG]

In base al valore della corrente di cortocircuito presunta lato MT, si stabilisce che l'apparecchiatura di protezione MT in oggetto debba avere un potere di interruzione non inferiore a 12,5 kA, come dichiarato dall'ENEL.

I cavi di collegamento tra il punto di consegna ENEL e la sezione ricevitrice UTENTE, dovranno avere una sezione non inferiore a 95 mm^2, conformemente a quanto richiesto dalle CEI 0-16

Il dispositivo di protezione sarà costituito da un interruttore automatico sottovuoto, provvisto di un unità di protezioni elettroniche le quali saranno in grado di garantire l'intervento per:

- sovraccarico (51.S1);
- cortocircuito (51.S2);
- guasto monofase a terra (51N);
- guasto direzionale di terra (67N);

La cella in esecuzione normale avrà le seguenti caratteristiche elettriche principali:

- Tensione nominale e di isolamento: Vn = 24 kV – 50 Hz;
- Corrente nominale: In ≥ 630 A;
- Potere di interruzione nominale: Isc = 12,5 kA;
- Tensione di tenuta a impulso: Uimp = 125 kV;

Alimentatore soccorritore per l'alimentazione del relè protezione con autonomia 2 h.

Il tutto dovrà essere contenuto all'interno della stessa cella MT, protetta in aria, avente grado di protezione non inferiore ad IP31, le manovre tra i componenti dovranno essere interbloccate tra loro tramite chiavi.

Le sequenze delle operazioni di manovra in MT, saranno subordinate ad adeguati interblocchi per permettere il corretto funzionamento e per impedire l'apertura delle porte con elementi interni in tensione.

L'interruttore dovrà essere provvisto, a monte, di un sezionatore a vuoto o sottocarico, ed a valle di un sezionatore di terra, al quale saranno collegati partitori capacitivi con la segnalazione esterna di presenza tensione.

Il sezionatore di terra posto a valle dell'interruttore automatico sottovuoto, dovrà essere interbloccato con l'interruttore esistente e il sezionatore sottovuoto della linea MT verso la cabina "Tre Pini".

Le protezioni a la relativa bobina di sgancio, sono alimentate da un gruppo di continuità UPS. Sono previsti dei led di segnalazione per intervento del relè di massima corrente e della protezione di guasto a terra.

05.01.02 Scelta del dispositivo di protezione linea MT, [+SMT1]

A valle del +QDG, viene alimentato in MT lo scomparto un IMS in esecuzione normale, con ingresso cavi dall'alto provenienti dal vano risalita adiacente, avente le seguenti caratteristiche principali:

Tensione nominale e di isolamento:	Vn	=	24 kV – 50 Hz;
Corrente nominale:	In	≥	630 A;
Potere di interruzione nominale:	Isc	=	12,5 kA;
Tensione di tenuta a impulso:	Uimp	=	125 kV;
n. 3 fusibili,	In	=	24 kV 32 A:

L'IMS in oggetto dovrà comprendere un sezionatore di terra lato sbarre, un sezionatore di terra lato cavi, bobina di sgancio, contatti ausiliari e blocchi a chiave.

In uscita dal suddetto IMS, verrà collegato il cavo MT di alimentazione alla cabina di trasformazione "Tre Pini", ed il rispettivo sezionatore di messa a terra sarà interbloccato a chiave con il dispositivo +SMT2, sempre in cabina di trasformazione "Tre Pini"

Il tutto sarà contenuto all'interno della stessa cella MT, protetta in aria, avente grado di protezione non inferiore ad IP31. Le manovre tra i componenti dell'IMS saranno interbloccate tra loro tramite chiavi, al fine di garantire che gli interventi di manutenzione, in corrispondenza della cella e del cavo in arrivo, siano eseguiti in condizioni di sicurezza.

05.01.03 Scelta dei cavi MT Utente dalla Cabina "Monesi" alla cabina "Tre Pini"

A valle del sezionatore +SMT1 verso la cabina "Tre Pini", come descritto, sarà posata una linea MT utente avente lunghezza di circa 1.500 m

La linea MT sarà costituita da cavi unipolari in rame, tipo RG7H1R 12/20 kV, formazione 3 x (1 x 50) mm^2. e posati nel cavidotto predisposto lungo la seggiovia "Monesi – Tre Pini" e proseguiranno con una tratta interrata fino al locale della cabina di trasformazione "Tre Pini", nel tratto interrato i cavi MT saranno protetti da copponi a garantire la protezione meccanica, e nastro di segnalazione.

La sezione calcolata è abbondantemente dimensionata, in modo da garantire eventuali ampliamenti futuri.

Inoltre, gli schermi dei cavi MT saranno collegati a terra sia in partenza, che in arrivo di linea.

05.02. SEZIONE MT 15 KV CABINA "TRE PINI"

Nel paragrafo seguente saranno scelte le apparecchiature di MT da installare all'interno della cabina della nuova seggiovia.

05.02.01 Scelta del dispositivo di protezione trasformatore in arrivo linea MT, [+SMT2]

In base al valore della corrente di cortocircuito presunta lato MT, si stabilisce che l'apparecchiatura di protezione MT in oggetto debba avere un potere di interruzione non inferiore a 12,5 kA, come dichiarato dall'ENEL.

L'apparecchiatura di seguito descritta dovrà essere scelta in modo da essere idonea alla quota di installazione.

La linea in cavo in arrivo dalla cabina MT "Monesi", in quest'ultima tartta interrata fino all'ingresso della cabina, sarà intestata nello scomparto risalita cavi in arrivo.

Pertanto, all'interno della cabina elettrica di trasformazione MT/BT in oggetto, sarà previsto uno scomparto con un IMS in esecuzione normale, con ingresso cavi dall'alto provenienti dal vano risalita adiacente, avente le seguenti caratteristiche principali:

Tensione nominale e di isolamento:	Vn	=	24 kV – 50 Hz;
Corrente nominale:	In	≥	630 A;
Potere di interruzione nominale:	Isc	=	12,5 kA;
Tensione di tenuta a impulso:	Uimp	=	125 kV;
n. 3 fusibili,	In	=	24 kV 32 A:

L'IMS in oggetto dovrà comprendere un sezionatore di terra lato sbarre, un sezionatore di terra lato cavi, bobina di sgancio, contatti ausiliari e blocchi a chiave.

In uscita dal suddetto IMS, la cella di protezione trasformatore TR1 sarà collegata tramite sbarre o cavi MT.

Il sezionatore di terra in arrivo linea nello scomparto +SMT2 sarà interbloccato con il sezionatore di terra del sezionatore +SMT1, posto a protezione della linea in partenza dalla cabina "Monesi".

Il tutto sarà contenuto all'interno della stessa cella MT, protetta in aria, avente grado di protezione non inferiore ad IP31. Le manovre tra i componenti dell'IMS saranno interbloccate tra loro tramite chiavi, al fine di garantire che gli interventi di manutenzione, in corrispondenza della cella e del cavo in arrivo, siano eseguiti in condizioni di sicurezza.

Ai fini della sicurezza si evidenziano gli interblocchi previsti a progetto per intervenire sullo scomparto +SMT2 o sul cavo MT utente, sarà necessario effettuare le seguenti manovre:

- ***1) in cabina "Monesi"***
  - aprire l'interruttore [+SM1] a monte ed estrarre la chiave;
  - inserire la chiave ed aprire il suo sezionatore;
  - estrarre la chiave;
  - inserire la chiave e chiudere il suo sezionatore di terra ed estrarre la chiave portandola con se verso la cabina "Tre Pini";

- ***2) in cabina "Tre Pini"***
  - inserire la chiave, proveniente dal sezionatore di terra del [+SM1], nella serratura del sezionatore di terra posto a monte del [+SM2], sul quale si desidera effettuare l'intervento e quindi chiudere tale sezionatore;
  - aprire l'IMS ed estrarre la chiave;
  - inserire la chiave e chiudere il sezionatore di terra a valle;
  - a questo punto è possibile aprire la portella del sezionatore di terra posto a monte dell'interruttore per poter accedere ai cavi della linea proveniente dalla cabina "Monesi";
  - estrarre la chiave per poter accedere al box trasformatore;

05.02.02 Scelta del Trasformatore, [+TR2]

In base al fabbisogno energetico, definito nei paragrafi precedenti, si sceglie un trasformatore avente le seguenti caratteristiche:

- Tipo di isolante: in resina;
- Potenza: S_n = 400 kVA;
- Frequenza: f = 50 Hz;
- Tensione prim.: V1n = 15 kV (± 2 x 2.5 %);
- Corrente prim.: I1n = 15,39 A;
- Corrente sec.: I2n = 578 A;
- Tensione di cc.: ucc % 6;
- Corrente c.c.: I2cc = 9,62 kA;
- Gruppo: Dyn11;
- Tensione di tenuta all'imp. atmosf.: 125 kV (1,2/50 μs);
- Quota di installaz.: 1400 m s.l.m.
- Protezioni: centralina elettronica di controllo della Temperatura (n°3 termosonde PT 100)
- Accessori: golfari di sollevamento, ganci di traino, n. 4 ruote, n. 2 morsetti di terra, targa delle caratteristiche.

L'intervento delle soglie di allarme e di sgancio interruttore impostate sulle protezioni trasformatore dovranno essere riportate all'esterno della cabina elettrica tramite segnalazione ottica ed acustica.

Tali segnalazioni dovranno essere ubicate direttamente all'esterno della cabina, accanto alla porta di accesso, oppure all'interno di un locale normalmente presidiato durante l'esercizio dell'impianto a fune.

Sul box trasformatore, in apposito scomparto opportunamente segregato, saranno installati gli interruttori BT a protezione delle linee dirette all'impianto di seggiovia e alle utenze dei servizi.

05.04. SEZIONE BT 400 V, "TRE PINI"

Nel paragrafo seguente saranno scelte le apparecchiature di BT da installare a valle del trasformatore -TR2 all'interno della cabina elettrica di trasformazione MT/BT in oggetto, in apposito scomparto segregato.

05.04.01 Calcolo della corrente di corto circuito trifase ai capi del secondario del trasformatore.

La corrente di cortocircuito trifase a valle del secondario del trasformatore TR2, ubicato in cabina MT/BT in oggetto, vale circa 9,62 kA. Infatti:

$$I_{cc}'' = \frac{100}{u_{cc}\%} \cdot I_{2n}'' = \frac{100}{6} \cdot 578 = 9{,}62 \text{ kA}$$

a cui corrisponde un'impedenza equivalente del trasformatore -TR2 pari a:

$$Z_T \cong 24 \text{ m}\Omega.$$

la quale in pratica corrisponde alla reattanza equivalente del trasformatore.

05.04.02 Scelta dei dispositivi di protezione del trasformatore – lato BT

All'interno del box trasformatore TR2, nello scomparto BT sono previsti gli interruttori di protezione, con le seguenti caratteristiche essenziali:

-	Int. aut. Generale:	4P, curva C, 630 A, 25 kA
-	Strumento analizzatore di rete	V, I, P, alim. 230 V
-	Int. aut. di rifasamento TR2:	3P, curva C, 50 A, 25 kA, gruppo di condensatori 20kVAR, 550 V
-	Int. aut. linea staz. Rinvio:	4P, curva B, 63 A, 10 kA, Idn 0,5 A tipo A
-	Int. aut. Servizi staz. Motrice:	4P, curva C, 50 A, 10 kA, Idn 0,3 A tipo A
-	Int. aut. Quadro az. Principale	4P, curva C, 500 A, 10 kA, Idn reg. con bobina di max, 230V
-	Int. aut. Quadro Smistamento	4P, curva C, 50 A, 10 kA,

La scelta delle caratteristiche nominali degli interruttori in oggetto è stata fatta tenendo conto del valore della corrente nominale secondaria del trasformatore, del valore della corrente di cortocircuito secondaria trifase, del valore della tensione di esercizio dell'impianto elettrico e dei valori delle correnti di esercizio delle relative utenze alimentate.

La taratura delle soglie (Ith ed Im) di intervento degli interruttori, saranno tali da soddisfare sia la protezione del trasformatore contro il sovraccarico, sia la protezione dei conduttori di alimentazione in partenza dallo stesso.

05.04.03 Quadri servizi (+QE.SM) e (+QE.SR)

Nelle due stazioni sono previsti dei sottoquadri di tipo modulare con grado di protezione IP65, dedicati ai servizi di FM e illuminazione, disposti nelle cabine di comando, i quadri oltre ad essere conformi alle caratteristiche generali richiamate ai punti precedenti, comprendono i seguenti interruttori di protezione:

per +QE.SM:

- Int. aut. Generale: 4P, curva C, 40 A, 10 kA Idn 0,03 Tipo A
- Int. aut. linea FM: 4P, curva C, 16 A, 10 kA
- Int. aut. linea Illuminazione: 2P, curva C, 16 A, 10 kA
- Int. aut. linea Sala Macchine: 4P, curva C, 16 A, 10 kA

per +QE.SR:

- Sezionatore generale 4P, 63 A
- Int. aut. Quadro Tenditrice: 4P, curva C, 40 A, 10 kA Idn 0,3 Tipo A
- Int. aut. Generale Servizi: 4P, curva C, 25 A, 10 kA Idn 0,03 Tipo A
- Int. aut. linea FM: 4P, curva C, 16 A, 10 kA
- Int. aut. linea Illuminazione: 2P, curva C, 16 A, 10 kA

Tali quadri dovranno essere rispondenti alla norma CEI 23 - 51, in quanto il valore della corrente nominale entrante I_{ne} risulta essere minore di 125 A e risultano installati in punti in cui la corrente di cortocircuito presunta è minore di 10 kA. Gli stessi dovranno essere realizzati assiemando involucri vuoti, conformi alla norma CEI 23-49.

Gli schemi elettrici unifilari dei suddetti quadri sono riportati nel rispettivo elaborato grafico, dal quale si evincono:

- le caratteristiche della linea in entrata;
- le caratteristiche delle linee in partenza;
- le caratteristiche dei dispositivi di protezione, sezionamento e comando;
- le caratteristiche nominali del quadro, in relazione alla norma applicabile allo stesso

Dati di targa

La norma CEI 23-51 richiede tassativamente che ogni quadro abbia una targa recante i seguenti dati:

- nome o marchio del costruttore;
- tipo del quadro;
- corrente nominale del quadro;
- natura della corrente e frequenza;
- tensione nominale di riferimento;
- grado di protezione se superiore a IP2XC.

Verifiche e prove

La suddetta normativa prevede che il quadro sia soggetto alle seguenti verifiche e prove:

A. verifica della costruzione e identificazione;
B. verifica del corretto cablaggio, del funzionamento meccanico e, se necessario, del funzionamento elettrico1;
C. efficienza del circuito di protezione;
D. prova della resistenza d'isolamento;
E. verifica dei limiti di sovratemperatura.

Nel caso in cui i quadri in oggetto non presentino delle masse, dovranno essere effettuate solo le prove A, B, D, E.

05.05 LINEE DI ALIMENTAZIONE PRINCIPALI BT

Da ogni interruttore di protezione elencato nei paragrafi precedenti con le caratteristiche descritte nel relativo elaborato grafico di progetto saranno disposte le linee dedicate alla distribuzione primaria.

Le linee di alimentazione principali saranno prevalentemente effettuate con posa in cunicolo o canalina zincata, ad eccezione dei collegamenti tra la cabina di comando e sala macchine con posa interrata in tubo di protezione con pozzetti ispezionabili; e la parte dell'impianto che riguarda l'illuminazione esterna delle stazioni, le restanti linee saranno effettuate con percorsi in tubo ed in canalina.

Nei passaggi deve essere garantita la separazione dei conduttori per livello di tensione, nel cunicolo tra quelli MT e BT, nei restanti percorsi tra quelli dedicati all'impianto della seggiovia da quelli di servizio FM e Illuminazione.

I percorsi orizzontali o verticali realizzati in canalina metallica forata per i locali tecnici e canalina piena per i locali con presenza di pubblico, saranno opportunamente compartimentati nell'attraversamento delle varie zone e resi ispezionabili con coperture asportabili o cassette di attraversamento.

Da questi percorsi, come impianto a vista, si deriveranno con idonei raccordi, le varie linee secondarie realizzate con tubi in PVC serie pesante o metallici nelle zone dei locali tecnici, o dove necessita un maggior grado di protezione, inoltre dovranno avere un grado di protezione non inferiore a IP55.

Per la realizzazione degli impianti in oggetto saranno da prevedere le seguenti condutture:

- cavi unipolari o multipolari isolati in gomma con guaina in PVC, tipo FG7(O)R, per tutte le linee dei circuiti primari e di alimentazione ad utenze di macchina e in tutti quei casi dove sia richiesto il doppio isolamento dei cavi (posa interrata o in presenza d'acqua..)
- cavi unipolari o multipolari isolati in PVC, tipo FROR, per i collegamenti all'interno dei quadri e di alcune utenze. In questo caso i conduttori dovranno essere contenuti all'interno di tubazioni, o canali;
- cavi unipolari isolati in PVC, tipo N07V-K, per i collegamenti all'interno dei quadri e di alcune utenze. In quest'ultimo caso i conduttori dovranno essere contenuti all'interno di tubazioni, o canali, in materiale plastico.

[1] Se nel quadro sono installati unicamente dispositivi marcati CE, ai fini della direttiva EMC, è possibile marcare CE il quadro senza effettuare alcuna prova di immunità.

Le linee di alimentazione principali sono evidenziate negli schemi elettrici unifilari riportati nel rispettivo elaborato grafico, dove viene specificata la loro denominazione, la formazione e le caratteristiche elettriche del conduttore, calcolato per il tipo di ambiente e di posa.

05.06 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E DISTRIBUZIONE F.M.

Nel complesso esistono differenti tipologie di ambienti, essi comprendono:

- cabine di comando, sala macchine, locali tecnici;
- zone esterne.

In questi luoghi è necessario, oltre che rispettare le comuni norme riguardo i gradi di protezione e le tipologie di condutture; assicurarsi che gli impianti comprendano le seguenti caratteristiche:

- dispositivi di protezione all'inizio del circuito;
- componenti delle condutture e dell'impianto con grado minimo di protezione IP4X;
- cavi in passerella o canalina isolati 0,6/1kV;
- prese a spina IP4X minimo;
- apparecchi illuminazione IP4X minimo;
- apparecchi illuminazione per esterno IP55 minimo;
- installazione di apparecchi elettrici, quali prese, con altezza minima da terra 17,5 cm e interruttori a 90 cm. da terra;
- al di sotto di 1,5 m si devono proteggere eventuali condutture a vista dagli urti meccanici utilizzando tubi metallici zincati o inox.

Ne consegue che gli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. all'interno dei locali tecnologici, e dei locali tecnici in genere dovrà essere eseguito principalmente a vista e dovrà avere un grado di protezione non inferiore ad IP44.

Le tubazioni dovranno essere in PVC, serie pesante, con diametri variabili tra 20 e 40 mm.

La sezione dei cavi di alimentazione degli apparecchi di illuminazione non dovrà essere inferiore ad 1,5 mm^2.

La sezione dei cavi di alimentazione delle prese di corrente, bipasso 10/16 A, 230 V, non dovrà essere inferiore ad 2,5 mm^2.

I dispositivi di protezione delle linee di alimentazione Luce e F.M. saranno installati all'interno dei sottoquadri di zona sopraelencati PVC, Classe II, IP4X minimo e dovranno avere valori di corrente nominale, differenziale e potere di interruzione adeguati alle caratteristiche del sito. A tale proposito si terrà conto dei valori di correnti di cortocircuito presunte evidenziate negli schemi elettrici unifilari.

Il tipo di conduttore e le sue caratteristiche rispetterà quanto definito nei paragrafi precedenti.

Per tutte le linee sono state pertanto verificate le tre seguenti condizioni:

- $Ib \leq Iz$	CEI 64-8, art. 433.2
- $\Delta u\% \leq 4\ \%$	CEI 64-8, art. 525
- $\Delta u\% \leq 5\ \%$	CEI EN 60204-1

La consistenza e la disposizione degli impianti elettrici di illuminazione e di distribuzione F.M. all'interno dei locali in oggetto sono riportati nel rispettivo elaborato.

Negli ambienti speciali (es. luoghi umidi o all'aperto) si dovranno rispettare le indicazioni specifiche indicate soprattutto dalla norma CEI 64 -8; in ragione dei gradi di protezione agli agenti esterni e prescrizioni sulle distanze da rispettare dalle fonti di umidità o getti d'acqua etc.

Gli impianti elettrici di illuminazione all'interno dei locali tecnici e dei locali di servizio (locali tecnici, uffici, aree di servizio pubblico, ecc.) avranno lo scopo di garantire un livello di illuminamento adeguato al tipo di attività svolta nei vari locali citati.

In particolare tali impianti dovranno fornire un valore medio non inferiore a quello previsto dalla normativa vigente, attualmente rappresentata dalla norma EN 12464-1. Pertanto, sia il valore di illuminamento, sia le caratteristiche dell'impianto saranno differenti a seconda dei locali e del tipo di attività svolta.

I parametri illuminotecnici previsti per gli ambienti della struttura, sono riportati nel seguente prospetto (per le tipologie di locali e/o di attività non espressamente previste nel prospetto I della citata norma si sono assunti parametri per analogia con attività similari confrontabili):

- Cabina di comando minimo 400 lux
- Locali tecnologici, sala macchine minimo 200 lux
- Luoghi di passaggio e di servizio minimo 100 lux

05.06.01 illuminazione di emergenza

L'illuminazione di emergenza è prevista in tutti i locali degli edifici di monte e di valle. Gli apparecchi di illuminazione sono previsti come lampade di emergenza autoalimentate con autonomia minima di 60 min.(SE)

A seconda del numero e della potenza degli apparecchi suddetti, si dovrà garantire, sempre un illuminamento minimo di 5 lux in caso di mancanza di alimentazione elettrica.

05.06.02 Impianto di riscaldamento

L'impianto di riscaldamento viene effettuato con dei ventilconvettori elettrici disposti nelle cabine di comando e nei servizi igenici.

I ventilcovettori sono stati dimensionati per garantire il riscaldamento del locale anche nelle peggiori situazioni climatiche, dovranno essere di tipo industriale, con resistenze di tipo corazzato, e completi di tutte le protezioni e le regolazioni di parzializzazione, temperatura e orologio giornaliero.

06. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

La protezione delle linee contro le sovracorrenti sarà realizzata tramite interruttori di tipo automatico magnetotermico i quali assicurano sia la protezione contro il sovraccarico sia contro il cortocircuito (Norma CEI 64-8/4, sez. 433, 434).

Quando un unico dispositivo è utilizzato sia per la protezione contro il sovraccarico sia contro il cortocircuito, non è necessario effettuare la verifica della lunghezza massima protetta (o della corrente di cortocircuito minima, che si ha in fondo alla linea), come previsto dalla Norma CEI 64-8/4, sez. 433, 434 e 435, e cioè:

a) $I_b \leq I_n \leq I_z$
b) $I_f \leq 1{,}45 \bullet I_z$
c) potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

in cui:

- I_b = corrente di impiego del circuito;
- I_z = portata della conduttura;
- I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_f = corrente di intervento del dispositivo entro il tempo convenzionale stabilito.

In relazione alle portate I_z, ed alle condizioni a) e b), si scelgono i valori di corrente nominale degli interruttori posti a protezione delle singole linee, come si evince dagli schemi unifilari.

Inoltre, al fine di soddisfare la condizione c), la scelta del potere di interruzione degli interruttori sarà fatto sulla base di quanto calcolato nel paragrafo precedente relativo al calcolo ed alle raccomandazioni della corrente di cortocircuito al fondo delle linee.

07. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante isolamento delle parti attive utilizzando involucri e/o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IPXXB, norma CEI 64-8, par. 412.2.1.

Inoltre, tale protezione potrà essere realizzata impiegando apparecchiature di classe II, per le quali si ricorda che il collegamento a terra è rigorosamente vietato dalla norma CEI 64-8.

08. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, sez. 413, par. 413.1.

La protezione è affidata agli interruttori automatici con sganciatore magnetotermico e differenziale. Trattandosi di sistema TN, la condizione da rispettare, pertanto, è la seguente:

$$Z_s \bullet I_a \leq U_0$$

in cui:

- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto;

- I_a è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro 5 s per i circuiti di distribuzione, 0,4 s per i circuiti terminali;
- U_0 è la tensione nominale, valore efficace tra fase e terra.

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante isolamento delle parti attive utilizzando involucri e/o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IPXXB.

Inoltre, tale protezione potrà essere realizzata impiegando apparecchiature di classe II, per le quali si ricorda che il collegamento a terra è rigorosamente vietato dalla norma CEI 64-8.

08.01. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI LINEE E IMPIANTI BT

Al fine di realizzare la protezione contro i contatti indiretti è necessario collegare all'impianto di terra tutti gli involucri e le condutture metalliche per mezzo di conduttori di protezione con le seguenti caratteristiche in caso esso transiti nella stessa conduttura e sia dello stesso materiale dei conduttori attivi.

1)	Linea con conduttori di fase fino a 16 mmq	PE	=	sezione cond. fase
2)	Linea con conduttori di fase da 16 a 35 mq	PE	=	16 mmq
3)	Linea con conduttori di fase super. a 35 mmq	PE	=	½sezione cond. fase

in alternativa a 1), 2) e 3), le sezioni dei conduttori di protezione (PE) degli apparecchi utilizzatori seguiranno quelle convenzionali stabilite dalla tabella di cui all'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5.

La protezione viene realizzata con dispositivi di interruzione automatica dimensionati e coordinati in modo che, in caso di guasto verso massa, non possa persistere una tensione di contatto massima di 50 V per un tempo superiore a 5 secondi.

Nell'impianto in oggetto essendo un sistema TN-S devono essere appunto rispettate le seguenti condizioni:

- $I \leq U0 / Zg$ corrente di intervento dispositivo protezione tab. 41A CEI 64-8/4 o 5 sec (ampere)
- U0 tensione nominale verso terra (volt)
- Zg impedenza totale dell'anello di guasto (ohm)

A favore della sicurezza la protezione contro i contatti indiretti dei circuiti in oggetto è soddisfatta attraverso l'impiego di dispositivi di protezione differenziale aventi correnti nominali di Idn 0,1÷10 A (tar. 1 A), rispettando via via il coordinamento delle protezioni fino agli interruttori dei sottoquadri dedicati ai circuiti terminali maggiormente esposti, con protezione differenziale Idn 0,03 A.

Con tale applicazione si soddisfano le condizioni di protezione per contatti indiretti e anche le condizioni di selettività di intervento dei vari livelli di protezione.

09. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra della cabina di trasformazione MT/BT sarà realizzato assieme all'impianto di terra dell'intero edificio di valle compreso l'impianto della seggiovia.
Stesso dicasi per la stazione di monte, dove si realizzerà l'impianto di dispersione di stazione collegato con la stazione di valle per mezzo del conduttore di terra lungo la linea della seggiovia, che affiancherà il cavo di alimentazione ed il cavo segnali, tutti disposti con posa interrata.

Particolare attenzione dovrà essere posta, affinché nel corso delle opere civili, tutti i collegamenti con i ferri di armatura e le maglie elettrosaldate siano effettuati e completati con conduttori di sezione adeguata (in corda o piattina in Cu e/o Fe-Zn) in uscita dai manufatti, in modo da poterli raccordare con l'intero sistema di messa a terra a cura della ditta installatrice. Tale compito deve essere effettuato su tutte le opere comprese nell'area dell'impianto a fune, dei fabbricati e delle relative strutture metalliche.

09.01. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLE STAZIONI

L'impianto di terra delle stazioni in oggetto dovrà essere realizzato, per tutte le dorsali in corda nuda di rame, sezione 35 mmq, interrata ad una profondità compresa tra 0,5 ed 1 m dal piano di campagna. Tale corda costituisce il dispersore orizzontale dell'impianto di terra.

In corrispondenza dei punti indicati nell'elaborato grafico sopra indicato dovranno essere piantati alcuni dispersori a picchetto in acciaio zincato, L = 1,5 m, testa a T od a croce, i quali dovranno essere collegati alla corda nuda di rame attraverso morsetti in ottone o di rame stagnato al fine di ridurre i fenomeni di corrosione elettrolitica tra metalli aventi potenziali elettrochimici molto diversi tra loro.

La corrosione potrà essere, anche, evitata isolando la congiunzione rame – acciaio con materiali isolanti quali bitumi, guaine termorestringenti, resine, etc.

Per ciò che riguarda l'impiego dei dispersori a picchetto, la loro funzione sarà quella di vincolare in modo adeguato e sicuro la corda nuda di rame a terra, piuttosto che collaborare in modo sostanziale con il sistema di dispersione. Nell'impianto di terra della cabina sarà presente un dispersore a picchetto posto all'interno di un pozzetto ispezionabile.

09.02. NODO DI TERRA INSTALLATO ALL'INTERNO DELLA CABINA MT/BT

I collegamenti che dovranno essere eseguiti al nodo di terra, installato internamente al locale della cabina MT/BT in posizione accessibile per le future verifiche, riguardano:

- il centrostella del trasformatore, tramite conduttori FG7R 0,6/1 kV di sezione adeguata come si evince negli elaborati grafici di riferimento;
- la corda nuda di rame, 35 mm^2, proveniente dal dispersore orizzontale dell'impianto di terra di cabina. La corda nuda di rame, nel suo tragitto attorno al fabbricato, dovrà essere collegata anche alle reti elettrosaldate dei pavimenti ed alle strutture in ferro della stazione tecnologica in oggetto. Ciò dovrà essere eseguito, ovviamente, prima di effettuare i getti di cls;
- la corda nuda di acciaio zincato, 50 mm^2, i cui fili elementari dovranno avere diametro non inferiore ad 1,8 mm. Tale corda sarà posata lungo tutto il tracciato dell'impianto a fune in oggetto;
- le carpenterie degli scomparti di MT, la struttura del trasformatore ed il relativo box, tramite corda nuda di rame da 35 mm^2. Alle barre di terra degli scomparti di MT saranno poi collegati gli schermi dei cavi MT presenti in cabina;

- i conduttori di protezione (PE), tipo FG7R 0,6/1kV, sezione riportata negli elaborati grafici di riferimento, nastrati agli estremi con nastro adesivo GV. Tali conduttori partiranno dalla cabina in oggetto e si attesteranno alla barra equipotenziale interna ai quadri elettrici delle utenze;
- i conduttori di protezione (PE) degli apparecchi utilizzatori. Le sezioni dei collegamenti (PE) in oggetto seguiranno quelle convenzionali stabilite dalla tabella di cui all'art. 543.1.2 della norma CEI 64-8/5, VII edizione;
- i conduttori equipotenziali (EQP) per il collegamento delle eventuali masse estranee (tubazioni dell'acqua, sostegni, ecc.) all'impianto di terra. Tale collegamento sarà da effettuare nel caso in cui la resistenza verso terra delle masse estranee sia effettivamente inferiore a 1000 Ω. La sezione dei conduttori equipotenziali principali dovrà essere pari a 25 mm2.

Il nodo di terra, di ogni cabina, dovrà essere costituito da una barra di acciaio zincato o di rame avente dimensioni indicative non inferiori a 300 x 30 mm, spessore 5 mm e dovrà essere posto in una zona accessibile del locale della cabina di trasformazione, tale da poter eseguire i collegamenti con facilità e ispezionare il nodo stesso per le future verifiche senza dover aprire gli scomparti delle apparecchiature o del trasformatore.

09.03. IMPIANTO DI TERRA RELATIVO ALL'IMPIANTO DI SEGGIOVIA.

L'impianto di messa a terra relativo all'impianto funiviario in oggetto, consisterà in una fune in acciaio zincato di sezione minima 50 mmq, posata lungo tutto lo sviluppo della seggiovia per il collegamento a terra dei sostegni di linea e collegherà, come già accennato, tra di loro anche le due stazioni. Esso farà capo al collettore generale di terra in cabina di trasformazione, nella stazione di valle e al collettore generale di sala comando; nella stazione di monte.

09.04. VALORE DELLA RESISTENZA DI TERRA AI SENSI DELLA CEI 11-1

Tramite i dati forniti dall'Ente Distributore, Enel si definisce il valore della resistenza di terra dell'impianto, considerando la corrente di guasto verso terra I_F , ed il tempo di intervento delle protezioni t_F.

Da questi valori si ricava la tensione totale di contatto ammissibile che dovrà essere inferiore a:

$$\leq U_{TP}$$

di conseguenza, la resistenza del sistema di messa a terra per la cabina "Tre Pini" (norma CEI 11-1, fasc. 5025, IX ed.), al fine di evitare di eseguire la verifica delle tensioni di contatto e di passo, dovrà avere un valore non superiore a:

$$R_E \leq U_{TP} / I_F$$

Nel caso in cui il valore della resistenza di terra dovesse essere superiore al suddetto, sarà necessario eseguire la verifica delle tensioni di contatto e di passo le quali non dovranno risultare, in alcun punto dell'impianto superiori al valore di tensione U_{TP} .

Nel caso in cui la verifica delle tensioni di contatto e di passo risultasse negativa, si dovrà procedere con l'adozione di interventi tali da ridurre, entro i limiti ammessi, le suddette tensioni.

10. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE

L'oggetto di questo capitolo è di effettuare la valutazione del rischio da fulminazione e di scegliere, qualora ricorra la necessità, i mezzi di protezione idonei nel caso in cui i rischi calcolati superino quelli tollerabili, delle stazioni del nuovo complesso seggioviario.

Per ciò che riguarda le linee di alimentazione, esse saranno dotate di SPD in modo tale da risultare protette contro le fulminazioni dirette e/o indirette, eventualmente innescate dal fulmine.

10.01. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Nelle valutazioni si fa riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI EN 62305-1: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali", Marzo 2006;
- CEI EN 62305-2: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio", Marzo 2006;
- CEI EN 62305-3: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita", Marzo 2006;
- CEI EN 62305-4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture", Marzo 2006;
- 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.

10.02. INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE

L'individuazione delle strutture da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione delle aree di raccolta.

Le strutture che si vuole proteggere coincidono con due interi edifici a sé stanti, fisicamente separati da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.1.2 della Norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche delle strutture da considerare sono quelle degli edifici stessi di monte e di valle.

10.03 DATI INIZIALI

Densità annua di fulmini a terra

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di Triora (IM) in cui è ubicata la struttura vale :

$$Nt = 2{,}5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

Dati relativi alle strutture

Le piante delle strutture sono ricavabili dai relativi elaborati grafici di riferimento

In relazione anche alla destinazione d'uso, si deve valutare:

- perdita di vite umane

In accordo con la Norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

L'edificio ha copertura metallica e struttura portante metallica o in cemento armato con ferri di armatura continui.

Dati relativi alle linee elettriche esterne

Le strutture sono servite dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT
- Linea di energia: LINEA BT
- Linea di segnale: LINEA SEGNALE

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 delle strutture, i tipi di pavimentazione interni ad esse e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche delle strutture e, in particolare i lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Cabina di trasformazione

Z2: Cabina di comando

Z3: Sala macchine

Z4: Piano imbarco

10.04 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta Ad dei fulmini diretti sulle strutture sono state valutate graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

Le aree di raccolta Am dei fulmini a terra vicino alle strutture, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, sono state valutate secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3.

Le aree di raccolta Al e Ai di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

10.05 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 è inferiore a quello tollerato RT; non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

10.06 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.

11. VERIFICHE

11.01 VERIFICHE INIZIALI

Gli impianti oggetto del presente progetto, prima dell'entrata in servizio, dovranno essere sottoposti a tutte le verifiche iniziali, previste dalla Norma CEI 64-8/6, applicabili alla tipologia di impianto considerato, al fine di verificare la corrispondenza dell'impianto alla suddetta norma.

Le verifiche dovranno essere eseguite da una persona esperta, competente in lavori di verifica.

Le verifiche iniziali devono essere eseguite in due fasi ed in particolare:

- fase 1) Esame a vista;
- fase 2) Prove.

Parimenti le verifiche dovranno essere ripetute in occasione di modifiche sostanziali ed importanti dell'impianto, allo scopo di assicurare che tali modifiche siano state realizzate conformemente alle norme applicabili, in particolare la norma CEI 64-8.

11.01.01 Esame a vista

L'esame a vista deve precedere la prova e deve essere effettuato con l'intero impianto fuori tensione. Tale esame deve accertare che i componenti elettrici che sono parte dell'impianto fisso siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme[2];
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della norma di cui sopra e con le istruzioni del costruttore;
- non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza.

L'esame a vista deve riguardare le seguenti condizioni, ove applicabili:

[2] Questo può essere accertato mediante l'esame della marcatura, di certificazioni o da informazione del costruttore.

a) metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti (capitolo 41);

b) scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione (Capitolo 43, Sezioni 523 e 525);

c) scelta e taratura dei dispositivi di protezione e segnalazione (Capitolo 53);

d) presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando (Sezione 536);

e) scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimenti alle influenze esterne (Sezione 422, Articolo 512.2, Sezione 522);

f) corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione (Articolo 514.3);

g) dispositivi di comando unipolari connessi ai conduttori di fase (Sezione 537);

h) identificazione dei circuiti, degli interruttori, dei morsetti ecc. (Sezione 514);

i) idoneità delle connessioni dei conduttori (Sezione 526);

j) presenza ed adeguatezza dei conduttori di protezione, compresi i conduttori per il collegamento equipotenziale principale e supplementare (Capitolo 54);

k) agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione (Sezioni 513 e 514).

11.01.02 Prove

Devono essere eseguite, per quanto applicabili e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove:

a) continuità dei conduttori (61.3.2);

b) resistenza d'isolamento dell'impianto elettrico (61.3.3);

c) protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica (61.3.4);

d) protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (61.3.6);

e) protezione addizionale (61.3.7);

f) prova di polarità (61.3.8);

g) prova dell'ordine delle fasi (61.3.9);

h) prove di funzionamento (61.3.10);

i) caduta di tensione (61.3.11).

Gli strumenti di misura e gli apparecchi di controllo devono essere conformi alle norme della serie CEI EN 61557. Se si usano altri strumenti di misura od altri apparecchi di controllo, essi non devono avere caratteristiche e grado di protezione inferiore.

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

11.02 VERIFICHE PERIODICHE

Al fine di garantire il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di sicurezza, affidabilità e funzionalità dell'impianto, sarà opportuno predisporre un **piano di verifica periodica** dello stesso.

Tale verifica, quando richiesta deve essere eseguita in accordo con gli articoli da 62.1.2 a 62.1.6 della Norma CEI 64-8, per garantire:

a) la sicurezza delle persone e degli elementi domestici contro i contatti elettrici e le ustioni;

b) la protezione contro i danni alle cose dall'incendio e dal calore che si produce da guasti nell'impianto;

c) la conferma che l'impianto non'è danneggiato o deteriorato in modo da ridurre la sicurezza;

d) l'identificazione dei difetti dell'impianto e lo scostamento dai requisiti della norma.

11.02.01 Frequenza della verifica periodica

A parte quanto previsto dal DPR 462/01 per la verifica degli impianti di terra, non esiste una normativa sulla frequenza delle verifiche periodiche, pertanto tale scadenza dovrà essere determinata in funzione del tipo di impianto, dei componenti, il suo uso e funzionamento, la qualità e la frequenza delle manutenzioni e le influenze esterne a cui l'impianto è soggetto.

Per gli edifici residenziali possono essere considerati intervalli di tempo di 10 anni. Inoltre è consigliabile che tali verifiche vengano effettuate ad ogni cambio di proprietà.