

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

## PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

### IMPIANTI LFM

Relazione tecnica generale descrittiva

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPODOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I V 0 I 0 0 D 1 8 R O L F 0 1 0 0 0 0 1 B

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	L. Giorgini	Dicembre 2021	A. Bovio	Dicembre 2021	G. Fadda	Dicembre 2021	Guido Guidi Buffarini Gennaio 2022
B	Emissione definitiva	L. Giorgini	Gennaio 2022	A. Bovio	Gennaio 2022	G. Fadda	Gennaio 2022	ITALFERR S.p.A. U.O. Energia e Trazione Ing. Guido Guidi Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17812

File: IV0100D18ROLF0100001B.doc

n. Elab.:

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
2.1	LEGGI, DECRETI, CIRCOLARI.....	7
2.2	NORME E STANDARD RFI.....	8
2.3	NORME CEI .....	10
2.4	DOCUMENTI LFM TIPOLOGICI DI RIFERIMENTO.....	11
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE DELLA TRATTA ANDORA - FINALE LIGURE.....</b>	<b>12</b>
3.1	TIPOLOGIA DI IMPIANTI LFM DA REALIZZARE.....	13
<b>4</b>	<b>SICUREZZA IN GALLERIA – SPECIFICA LF610.....</b>	<b>14</b>
4.1	SUDDIVISIONE TRATTA IN GALLERIE EQUIVALENTI.....	14
4.2	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE 1 kVCA .....	15
4.3	DORSALI DI ALIMENTAZIONE 1kVCA.....	16
4.3.1	<i>Quadri di tratta.....</i>	17
4.4	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE GALLERIE .....	18
4.4.1	<i>Calcoli illuminotecnici galleria.....</i>	18
4.4.2	<i>Gestione delle lampade di illuminazione in galleria.....</i>	19
4.4.3	<i>Distribuzione secondaria .....</i>	19
4.4.4	<i>Impianti interni alla nicchia.....</i>	19
4.5	DIMENSIONAMENTO SISTEMA ALIMENTAZIONE 1kVCA .....	20
4.5.1	<i>Ipotesi configurazione del carico delle dorsali bt 1kV.....</i>	20
4.6	PIAZZALE DI EMERGENZA E PES.....	32
4.7	SISTEMA SUPERVISIONE E CONTROLLO SICUREZZA IN GALLERIA .....	33
4.7.1	<i>Caratteristiche generali.....</i>	33
<b>5</b>	<b>SICUREZZA IN GALLERIA – SPECIFICA LF611.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>IMPIANTI NELLE STAZIONI/FERMATE .....</b>	<b>35</b>
6.1	CABINE MT/BT.....	35
6.1.1	<i>Quadro di MT.....</i>	36
6.1.2	<i>TRASFORMATORI MT/BT.....</i>	37
6.1.3	<i>Gruppo elettrogeno.....</i>	37
6.1.4	<i>“QGBT”.....</i>	37
6.1.5	<i>Quadri di piazzale 1kV.....</i>	38
6.1.6	<i>Impianti accessori.....</i>	38
6.2	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE INTERNO ED ESTERNO .....	38
6.2.1	<i>Impianto di illuminazione di emergenza .....</i>	39
6.3	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUNTE SCAMBI .....	39
6.3.1	<i>Illuminazione punte scambi in galleria.....</i>	39
6.4	IMPIANTO ILLUMINAZIONE PARCHEGGI.....	40
6.4.1	<i>Alimentazione da ente distributore .....</i>	40
6.4.2	<i>Cavidotti.....</i>	40
6.4.3	<i>Pali di sostegno .....</i>	40
6.4.4	<i>Linee di alimentazione e derivazione.....</i>	41
6.4.5	<i>Cassette di derivazione da palo.....</i>	41

6.4.6	<i>Corpi illuminanti</i> .....	41
6.5	IMPIANTO DI TERRA .....	42
6.6	SIAP .....	43
6.7	IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	47
6.7.1	<i>Interfacciamento con la rete</i> .....	48
6.7.2	<i>Descrizione generale dei componenti</i> .....	48
6.8	IMPIANTO ILLUMINAZIONE NUOVE VIABILITÀ .....	51
6.8.1	<i>Alimentazione da ente distributore</i> .....	51
6.8.2	<i>Cavidotti</i> .....	51
6.8.3	<i>Pali di sostegno</i> .....	51
6.8.4	<i>Linee di alimentazione e derivazione</i> .....	52
6.8.5	<i>Cassette di derivazione da palo</i> .....	52
6.8.6	<i>Corpi illuminanti</i> .....	52
6.9	IMPIANTO RED .....	52
<b>7</b>	<b>PREDISPOSIZIONE PER DOTE</b> .....	<b>55</b>
7.1	SINTESI DELL'ARCHITETTURA E DELLE FUNZIONALITÀ DELLA CABINA MT/BT .....	55
<b>8</b>	<b>PREDISPOSIZIONE IMPIANTI LFM PER SISTEMA SEM</b> .....	<b>56</b>
8.1	MISURATORI ENERGIA ELETTRICA .....	56
8.2	IMPIANTO ILLUMINAZIONE .....	57
8.3	UPS (LFM) .....	57

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Galleria Caprazoppa-Monte Grosso –Alimentazione da Finale Ligure .....	22
Figura 2 – Galleria Caprazoppa-Monte Grosso –Alimentazione da Pietra Ligure.....	23
Figura 3 – Galleria Castellari-Pineland – Alimentazione da Pietra Ligure .....	24
Figura 4 – Galleria Castellari-Pineland – Alimentazione da Borghetto.....	25
Figura 5 – Galleria Croce – Alimentazione da Borghetto .....	26
Figura 6 – Galleria Croce – Alimentazione da Croce .....	27
Figura 7 – Galleria Alassio – Alimentazione da Albenga .....	28
Figura 8 – Galleria Alassio – Alimentazione da Alassio.....	29
Figura 9 – Galleria Alassio – Alimentazione Alassio .....	30
Figura 10 – Galleria Alassio – Alimentazione da Andora.....	31
Figura 11 – Schema a blocchi SIAP per linee di tipo B con ramo c.c. a 144 V .....	44
Figura 12 – Schema a blocchi SIAP per linee di tipo B con ramo c.c. a 48 V.....	45

## 1 PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di descrivere gli impianti LFM della nuova tratta Andora - Finale Ligure, da realizzare nell'ambito dei lavori del raddoppio della linea Genova - Ventimiglia.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti dovranno essere consegnati al termine dei lavori completi in ogni loro parte, con tutte le apparecchiature e tutti gli accessori prescritti dalle norme vigenti od occorrenti per il perfetto funzionamento, anche se non espressamente menzionati nei successivi capitoli.

Stante la responsabilità dell'Impresa installatrice circa il raggiungimento dei valori di progetto e la collaudabilità degli impianti, nell'esecuzione di questi ultimi essa osserverà - per formale impegno - tutte le norme di legge e di regolamento vigenti.

Nelle seguenti tabelle sono riportate, a titolo non esaustivo, le principali normative vigenti da applicare nella progettazione degli impianti LFM, nonché i documenti progettuali Tipologici LFM di riferimento. Dovranno essere inoltre rispettate le norme emesse dagli enti sottoelencati:

- Prescrizioni di Enti Locali, ASL, VVFF, Ispettore del Lavoro.
- Le leggi, i decreti, i regolamenti, le circolari ministeriali, le norme emanate dal C.N.R., le norme UNI, le norme CEI, le tabelle CEI-UNEL, le norme emanate dall'Istituto Italiano del Marchio di Qualità per i materiali e gli apparecchi di tipo compresi nell'elenco edito dall'Istituto stesso.
- Il regolamento Edilizio e di Igiene del Comune in cui si eseguono le costruzioni oggetto dell'appalto.
- Leggi e circolari del Ministero dell'Interno Direzione Generale Servizi Antincendio e le disposizioni del locale corpo VV.F. in merito alla prevenzione incendi.
- Decreto legislativo n. 81 del 9/04/08: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 133 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Decreto legislativo n. 106 del 03/08/2009: Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Decreto 28/10/2005: Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.
- Norme e disposizioni emanate dall'I.S.P.E.S.L.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposte durante l'esercizio. Tutti i materiali devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore.

Per le parti di impianto di loro giurisdizione si osservano le disposizioni emanate dai locali compartimenti del Distributore di energia elettrica e del locale comando dei Vigili del Fuoco.

Per quanto non espressamente citato negli articoli di cui alla presente Relazione tecnica, si fa

riferimento alla normativa vigente e a quanto prescritto nelle documentazioni d'appalto, affinché gli impianti siano resi funzionanti e funzionali in ogni loro parte ed eseguito a regola d'arte.

Il rispetto delle norme appresso indicate è da intendersi relativo non solo per la realizzazione dell'impianto, ma esteso ad ogni singolo componente dell'impianto stesso.

Qualora venissero emanate disposizioni modificative o sostitutive delle norme sopra richiamate, anche nel corso dell'esecuzione dell'appalto, l'Appaltatore è obbligato ad uniformarvisi.

Si precisa che dovrà essere cura dell'Appaltatore assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i componenti uffici dei sopra elencati Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente alla realizzazione ed al collaudo delle opere assunte.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati, per i quali è prevista la concessione del marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità, dovranno essere provvisti di questo marchio equivalente previsto negli Stati Comunitari.

Saranno precisati dalla Committente, la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le Ditte concorrenti ne tengano debito conto nell'esecuzione degli impianti ai fini di quanto disposto dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, nonché dalle norme CEI.

## **2.1 Leggi, Decreti, Circolari**

Nel seguito è riportato un elenco – indicativo e non esaustivo – della principale normativa comunitaria e nazionale presa a riferimento per il progetto:

- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N. 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea modificata con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

- Regolamento (UE) N. 548/2014 della Commissione del 21 maggio 2014 recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i trasformatori di potenza piccoli, medi e grandi.
- Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.
- Legge 1/3/1968 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- Legge n. 191/74 Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall'Azienda autonoma delle Ferrovie dello Stato.
- D.P.R. n. 469/79 Regolamento di attuazione della Legge 191/74 sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall'Azienda autonoma delle Ferrovie dello Stato.
- D.Lgs. 18/5/2016 n. 80 Modifiche al decreto legislativo 6 novembre 2007, n. 194, di attuazione della direttiva 2014/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 febbraio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica (rifusione). (16G00097) (GU Serie Generale n.121 del 25-5-2016 - Suppl. Ordinario n. 16).
- D.Lgs. 19/5/2016 n. 86 Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione. (16G00096) (GU Serie Generale n.121 del 25-5-2016 - Suppl. Ordinario n. 16).
- D.M. 22/01/2008 n. 37 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 degli edifici.
- D.Lgs. 9/04/2008 n. 81 e s.m.i. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

## **2.2 Norme e standard RFI**

- Linee Guida RFI DPR LG IFS 12 A Linee Guida per la sicurezza e la prevenzione incendi negli scali merci ferroviari.
- Cap. Tec. LF 680 Ed. 1985 Capitolato Tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nei piazzali ferroviari e grandi aree in genere. (Per quanto applicabile).
- Cap. Tec. TE 651 Ed. 1990 Capitolato Tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nelle stazioni. (Per quanto applicabile).
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 627 A Sistemi di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 628 A Impianto di riscaldamento elettrico deviatoi con cavi scaldanti autoregolanti 24 Vca.
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 629 A Armadio di piazzale per alimentazione resistenze autoregolanti per impianti di riscaldamento elettrico deviatoi.



- Linea Guida RFI DPR DAMCG LG SVI 008 B Illuminazione nelle stazioni e fermate.
- Manuale RFI DPR MA IFS 001 B Allegato al disciplinare degli elementi tecnico progettuali – Abaco degli apparecchi illuminanti.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 163 A Apparecchio illuminante a LED per marciapiedi, pensiline e sottopassi.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 165 A Apparecchio illuminante a LED (60x60) per installazione incasso / plafone.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 166 A Apparecchio illuminante a moduli LED per torri faro.
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 600 A Torri faro a corona mobile con altezza 18 m e 25 m.
- Istr. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A Istruzione Tecnica per la fornitura e l'impiego dei cavi negli impianti ferroviari del settore energia.
- Linea Guida RFI DMA IM LA LG IFS 300 A Quadri elettrici di media tensione di tipo modulare prefabbricato.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 666 A Specifica tecnica per la fornitura di trasformatori di potenza MT/bt con isolamento in resina epossidica.
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS ES 728 B Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione.
- Spec. Tec. RFI DTC DNSSSTB SF IS 06 732 D Sistema integrato di alimentazione e protezione per impianti di sicurezza e segnalamento.
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kVcc.
- RFI DPRIM STF IFS LF618 A, 12/09/2011 - Specifica tecnica di fornitura trasformatore di alimentazione;
- RFI DPRIM STC IFS LF610 C, 24/04/2012 – Specifica Tecnica di Costruzione - Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A, 06/11/2015 - Apparecchio illuminante a LED in galleria;
- RFI DPRIM STF IFS LF612 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Tratta per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF613 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Piazzale per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF614 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Cassette di derivazione e Pulsanti;
- RFI DPRIM STF IFS LF616 A, 12/09/2011 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Front-End e SCADA LFM.

## 2.3 Norme CEI

- Norme CEI e CEI EN relative agli impianti in oggetto, in particolare:
  - 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 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
  - CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
  - CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (Parti 1-2-3-4-5-6-7-8).
  - CEI EN 61439 Apparecchiature assemblate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) (Parti 1-2-3-4-5-6).
  - CEI EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico.
  - CEI EN 50122-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua.
  - CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
  - CEI EN 60909-0 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
  - CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni.
  - CEI-UNEL 35024/1 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 35026 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 interrata.
- Norme UNI e UNI EN relative agli impianti in oggetto, in particolare:
  - UNI EN 12464-1 Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni.
  - UNI EN 12464-2 Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 2: Posti di lavoro in esterno.
  - UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza.

## **2.4 Documenti LFM Tipologici di Riferimento**

I documenti di progetto relativi alla attuale fase progettuale per la tecnologia LFM, sono da considerarsi parti integrante della presente relazione tecnica, ed hanno lo scopo di fornire un maggiore dettaglio nella descrizione dei sistemi LFM.

### 3 Inquadramento generale della tratta Andora - Finale Ligure

La tratta in oggetto è costituita da una serie di opere civili che hanno impatto sulla tecnologia LFM. In particolare, le principali opere, poste in sequenza tra loro, con riferimento da Genova direzione Ventimiglia, sono:

- Galleria S. Bernardino (L=730m);
- Stazione di Finale Ligure, ampliamento e modifica degli impianti esistenti relativi ai nuovi marciapiedi;
- Cabina MT/bt "Finale Ligure";
- Piazzale di emergenza "imbocco Caprazoppa" lato Genova, PES 1;
- Galleria Caprazoppa: doppia canna, singolo binario con by pass (L=3.300m);
- Galleria Monte Grosso: doppia canna, singolo binario con by pass (L=1.470m);
- Nuova fermata di Pietra Ligure e relativa cabina MT/bt;
- Piazzale di emergenza "imbocco Castellari" lato Genova;
- Galleria Castellari: doppia canna, singolo binario con by pass (L=5.020m);
- Piazzale di emergenza "imbocco Pineland" lato Genova;
- Galleria Pineland: singola canna, doppio binario (L=380m)
- Nuova fermata di Borghetto e relativa cabina MT/bt;
- Piazzale di emergenza "imbocco Croce" lato Genova e PES 2;
- Galleria Croce: doppia canna, singolo binario con by pass (L=4.555m);
- Piazzale di emergenza "sbocco Croce" lato Ventimiglia e PES 3;
- Cabina MT/bt "Croce";
- Galleria Parei: singola canna doppio binario (L=504m);
- Galleria Bastia 1: singola canna doppio binario (L=62m);
- Galleria Bastia 2: singola canna doppio binario (L=98m);
- Nuova Stazione di Albenga e relativa cabina MT/bt;
- Piazzale di emergenza "imbocco Alassio" lato Genova e PES 4;
- Galleria Alassio: doppia canna, singolo binario con by pass (L=9.730m);
- Nuova fermata di Alassio, all'interno della galleria Alassio, con relativa cabina MT/bt e gruppo elettrogeno;
- Piazzale di emergenza "sbocco Alassio" lato Ventimiglia e PES 5;
- Stazione di Andora, ampliamento e modifica degli impianti esistenti.

### **3.1 TIPOLOGIA DI IMPIANTI LFM DA REALIZZARE**

Nella tratta in oggetto insistono diverse tipologie di opere e quindi diverse tipologie di impianti LFM. Di seguito si riportano i principali impianti LFM previsti:

- Cabine MT/bt da realizzare nelle stazioni o nel Piazzale di emergenza, a servizio degli impianti sicurezza in galleria e degli impianti di illuminazione delle stazioni.
- Impianto sicurezza in galleria per gallerie con lung. >1km (norma di rif.to RFI LF610);
- Impianto sicurezza in galleria per gallerie con lung. >0.5km e <1km (norma di rif.to RFI LF611);
- Sistema di supervisione per gli impianti sicurezza in galleria (SPV);
- Predisposizione sistema DOTE per le cabine MT/bt;
- Predisposizione sistema SPVI per gli impianti sicurezza in galleria;
- Impianto di illuminazione nelle stazioni (marciapiedi, sottopassi, pensiline, camminamenti, punte scambi e locali tecnologici);
- Predisposizione sistema SEM per le utenze LFM relative agli impianti civili di stazione;
- Impianto di illuminazione nei parcheggi al pubblico delle stazioni;
- Impianti RED (Riscaldamento Elettrico Deviatori), in cui è previsto;
- Impianto fotovoltaico da installare sulla copertura dei fabbricati viaggiatori delle nuove stazioni in cui è previsto;
- Impianto SIAP per le stazioni in cui è previsto;
- Impianti di illuminazione nuove viabilità.

Nei paragrafi seguenti saranno descritte in dettagli le diverse tipologie.

## 4 Sicurezza in galleria – Specifica LF610

### 4.1 *Suddivisione tratta in gallerie equivalenti*

Per le gallerie con lunghezza superiore ai 1000m devono essere realizzati gli impianti di sicurezza richiesti da RFI DPRIM STC IFS LF610 C, 24/04/2012 – Specifica Tecnica di Costruzione - Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie oltre 1.000 metri.

Ai fini dell'alimentazione e della gestione degli impianti di sicurezza in galleria, le gallerie e le cabine sono state suddivise in tre sotto tratte o gallerie equivalenti:

1. Tratta Finale Ligure-Pietra Ligure-Borghetto (LF10), costituita da:
  - Piazzale di emergenza (PES 1), “imbocco Caprazoppa” lato Genova;
  - Galleria Caprazoppa: doppia canna, singolo binario con by pass (L=3.300m);
  - Galleria Monte Grosso: doppia canna, singolo binario con by pass (L=1.470m);
  - Nuova fermata di Pietra Ligure e relativa cabina MT/bt;
  - Piazzale di emergenza “imbocco Castellari” lato Genova;
  - Galleria Castellari: doppia canna, singolo binario con by pass (L=5.020m);
  - Piazzale di emergenza “imbocco Pineland” lato Genova;
  - Galleria Pineland: singola canna, doppio binario (L=380m).
  
2. Tratta Borghetto-Croce (LF11), costituita da:
  - Nuova fermata di Borghetto e relativa cabina MT/bt;
  - Piazzale di emergenza (PES 2), “imbocco Croce” lato Genova;
  - Galleria Croce: doppia canna, singolo binario con by pass (L=4.555m);
  - Piazzale di emergenza (PES 3), “sbocco Croce” lato Ventimiglia e relativa cabina MT/bt.
  
3. Tratta Albenga-Alassio-Andora (LF12), costituita da:
  - Nuova Stazione di Albenga e relativa cabina MT/bt;
  - Piazzale di emergenza (PES 4), “imbocco Alassio” lato Genova;

- Galleria Alassio: doppia canna, singolo binario con by pass (L=9.730m);
- Nuova fermata di Alassio, all'interno della galleria Alassio, e relativa cabina MT/bt e gruppo elettrogeno;
- Piazzale di emergenza (PES 5), "sbocco Alassio" lato Ventimiglia;
- Stazione di Andora, ampliamento e modifica degli impianti esistenti.

Gli impianti di sicurezza in galleria sono individuabili nelle seguenti parti di impianto:

- Sistema di alimentazione 1kV ca;
- Linee dorsali di alimentazione 1kV ca;
- Quadri di tratta di galleria e di by pass;
- Impianti di illuminazione di galleria e by pass;
- Impianto di illuminazione dei camminamenti verso il Piazzale di emergenza e dei Piazzali stessi.

#### **4.2 Sistema di alimentazione 1 kVca**

Il sistema di alimentazione ad 1 kV è costituito da cabine di media tensione che tramite trasformatori 15kV/1kV alimentano le dorsali che a loro volte alimentano in entra-esci i quadri di tratta LFM ubicati nelle nicchie o nei by pass di galleria.

Per ogni cabina MT/bt dedicata agli impianti LFM sicurezza in galleria saranno installate le seguenti apparecchiature principali:

- due trasformatori MT/BT con tensione primaria 15 kV e tensione secondaria 1kV;
- un Quadro di Piazzale 1kV per la protezione delle dorsali 1 kV di galleria (pari e dispari);
- il sistema di supervisione di galleria, gestione apparecchiature ed eliminazione del guasto sulla dorsale 1 kV.

Tali cavi corrono parallelamente lungo la galleria sia sul lato binario dispari che sul lato binario pari e si attestano sulle sbarre dei quadri a 1 kV delle cabine di sicurezza.

All'interno della galleria saranno installati i Quadri di Tratta per la distribuzione secondaria di alimentazione agli impianti BT.

I QdT che insistono sulla tratta in oggetto sono di due tipi:

1. QdT di galleria;
2. QdT di by pass.

I QdT di galleria sono chiamati ad alimentare le seguenti utenze di galleria:

- Impianti di illuminazione e forza motrice, impianti telecomunicazione di emergenza, Diffusione Sonora e Telefonia di Emergenza, diagnostica e manutenzione.

I QdT di by pass sono chiamati ad alimentare oltre a quanto indicato sopra per i QdT anche il “Quadro di By Pass”. Detto quadro alimenterà a sua volta, i seguenti impianti presenti nel by pass:

- Impianti di illuminazione e forza motrice, impianti telecomunicazione di emergenza, Diffusione Sonora e Telefonia di Emergenza, diagnostica e manutenzione, impianti meccanici di sovrappressione, impianto antincendio, sistema di diagnostica degli impianti meccanici di by pass.

Il sistema Scada di controllo, costituito dai PC di front-end di galleria, è stato suddiviso in cinque sistemi di controllo:

- Tratta Finale Ligure-Pietra Ligure.
- Tratta Pietra Ligure-PC Borghetto.
- Tratta PC Borghetto-Piazzale di emergenza Croce.
- Tratta Albenga-Alassio.
- Tratta Alassio-Andora.

Tutti i sistemi saranno predisposti per essere connessi al server di supervisione e diagnostica SPVI; i quadri MT saranno altresì predisposti per essere gestiti dal DOTE.

### **4.3 Dorsali di alimentazione 1kVca**






All'interno di ciascuna galleria, per alimentare gli impianti di illuminazione di riferimento e di sicurezza, diffusione sonora e di comunicazione, è stata prevista la realizzazione di due dorsali trifasi a 1kV, entrambe posate nelle vie cavi lungo galleria, una nella canna relativa al binario pari, l'altra nella canna relativa al binario lato dispari.

La trasformazione 1000V/230V e la distribuzione secondaria di alimentazione agli impianti verrà realizzata tramite appositi quadri di tratta locali (QdT), alimentati ciascuno lato est e lato ovest da dette dorsali. I quadri elettrici saranno ubicati in nicchie dedicate disposte in galleria con passo di circa 250m affacciate tra loro.

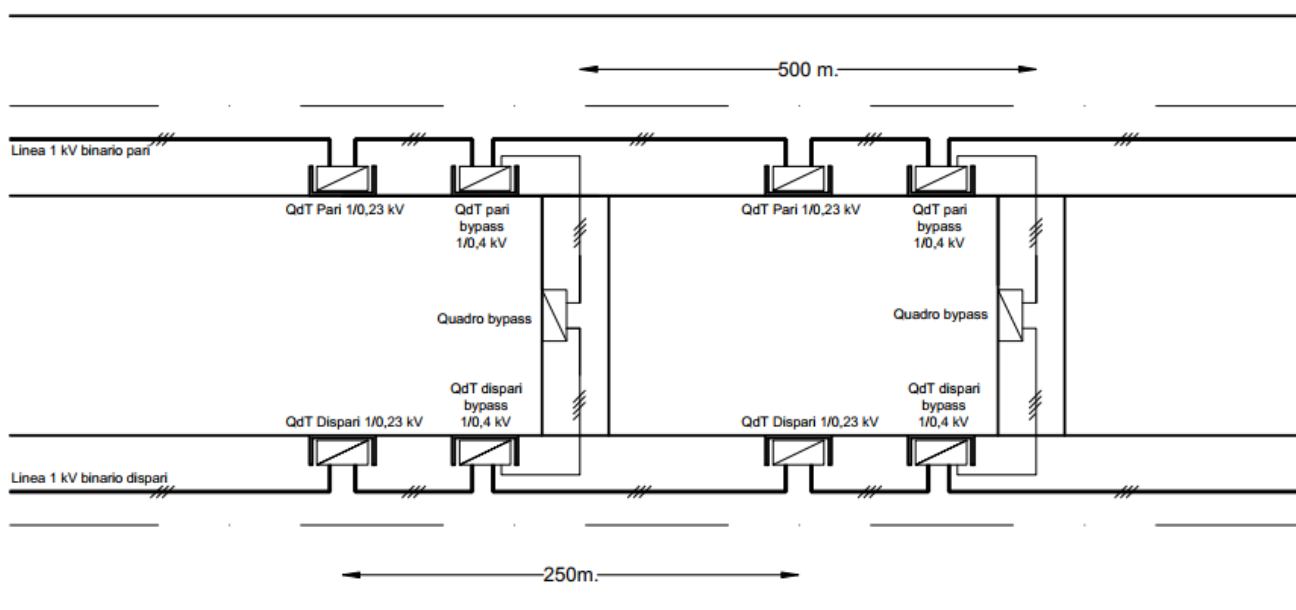
Nelle gallerie doppia canna dotate di by pass (ubicati mediamente ogni 500m), i QdT che ricadono in prossimità dei by pass stessi saranno installati in nicchie appositamente predisposte. Detti QdT saranno dotati di un trasformatore 1000/400-230V in grado di alimentare un quadro di by pass e quindi le sottese potenze meccaniche e l'illuminazione del by pass stesso.



La configurazione tipica di distribuzione dei QdT e dei quadri di by pass e schematizzata nel disegno seguente.

Note Simboli	
	Quadro BT di fornitura LF
	Quadro BT non di fornitura LF (alimentazione a cura LF)
	Cavo BT Vn 1kV
	Cavo BT Vn 400V
	Asse binario

Tipologico alimentazione in galleria



Il sistema di distribuzione trifase a 1kV in galleria deve essere del tipo radiale bialimentabile basato su una configurazione del tipo entra/esci; le dorsali 1kV che percorrono un lato della galleria non devono mai essere collegate in parallelo con quelle del lato opposto. La distribuzione in galleria verrà realizzata con cavi unipolari non armati, tipo FG18M16 0.6/1kV, come da specifica RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A; la sezione dei cavi deve essere tale da garantire una caduta di tensione, all'altro estremo della linea, non superiore all'8% con carico distribuito.

#### 4.3.1 Quadri di tratta

Nelle nicchie LFM dovranno essere installati dei Quadri di Tratta di galleria, costituiti da armadio in

acciaio inox contenente le apparecchiature di protezione delle dorsali 1kV e il trasformatore 1000V/230V da 4kVA (5kVA se alimenta delle BTS).

Mentre i Quadri di tratta che alimentano i quadri di by pass saranno costituiti come sopra ma dotati di un secondo trasformatore trifase 1000/400-230V da 60kVA.

I quadri di by pass saranno quindi alimentati in b.t. 400/230V dai due Quadri di tratta limitrofi (pari e dispari) ed alimenteranno i carichi meccanici (e relativi ausiliari) del by pass stesso. L'illuminazione del by pass sarà derivata direttamente dai circuiti dei due quadri di tratta limitrofi così che possano essere controllate le lampade sottese dal sistema di supervisione di impianto.

#### **4.4 Impianto di illuminazione gallerie**

L'impianto di illuminazione tipico, all'interno di ciascuna galleria della tratta, sarà differenziato per:

- illuminazione di sicurezza delle vie di esodo (normalmente spenta);
- illuminazione di riferimento della nicchia (sempre accesa);
- Illuminazione di sicurezza nei by pass (normalmente spenta).

L'impianto di illuminazione di sicurezza delle vie esodo è stato realizzato seguendo i criteri illuminotecnici si seguito descritti. Essi sono ricavati dalla specifica RFI DPRIM STC IFS LF610 C - Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza in gallerie per gallerie oltre 1000m. L'illuminazione degli stradelli (vie di esodo) dovrà essere realizzata utilizzando apparecchi illuminanti conformi alla specifica RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A "Apparecchio illuminante a LED in Galleria", i corpi illuminanti saranno installati sul piedritto della galleria ad un'altezza di 2.35m dal piano di camminamento (asse apparecchio). Il passo massimo dei corpi illuminanti sarà di 15m.

La disposizione dei corpi illuminanti su gallerie a singola canna con due binari sarà a quinconce.

In corrispondenza di ogni nicchia è prevista una lampada di illuminazione di riferimento con identiche caratteristiche delle precedenti. Questa lampada è sempre accesa, a differenza di quelle relative alle vie di esodo.

##### **4.4.1 Calcoli illuminotecnici galleria**

I calcoli illuminotecnici risponderanno alla norma LF 610, utilizzando i seguenti dati di base:

- **RFI DPRIM STC IFS LF610 C** al **p.to 1.3.4 Illuminazione di emergenza in galleria:**  
*"Deve essere previsto un impianto di illuminazione in galleria che garantisca lungo i*

*percorsi di esodo un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi, a 1.0 m dal piano di calpestio e comunque assicurando 1 lux minimo.”*

#### **4.4.2 Gestione delle lampade di illuminazione in galleria**

Le lampade dell'impianto di sicurezza sono normalmente spente, si accendono solo tramite i pulsanti a fungo posizionati in corrispondenza di ogni nicchia e a metà della tratta alimentata dal QdT. I pulsanti sono dotati di illuminazione di riferimento, costituita da led a luce blu disposti sui lati del pulsante e in grado di far individuare il pulsante da notevole distanza.

La chiusura di un pulsante attiva direttamente il quadro sotteso, ed invia tramite PLC il segnale di chiusura per i restanti QdT della galleria interessata, sino agli imbocchi.

I pulsanti sono controllati da un sistema ad onde convogliate (tramite moduli PAE periferica analogica esterna), gestito dal QdT (tramite MAE modulo analogiche esterne), ed interfacciato tramite PLC con il sistema superiore.

#### **4.4.3 Distribuzione secondaria**

La distribuzione secondaria alle lampade e ai pulsanti (e quindi ai relativi PAE), è realizzata con schema a neutro comune.

Per ogni lato di tratta sotteso al QdT saranno installati tre conduttori (fase Linea, Onde convogliate, neutro). Il cavo sarà di tipo multipolare e sarà graffettato ad una fune portante isolante posata sulla spalla/piedritto di galleria.

La derivazione ai corpi illuminanti e pulsanti è realizzata tramite scatole anch'esse in acciaio inox idonee a contenere le morsettiere di connessione e, quelle dei pulsanti, anche i moduli PAE.

Le cassette saranno dotate di connettori presa-spina, idonei a realizzare l'entra esci. Inoltre, sarà previsto un connettore anche per la derivazione e, ove presente, per il pulsante.

#### **4.4.4 Impianti interni alla nicchia**

All'interno della nicchia sarà installato un apparecchio illuminante a LED rispondente alla specifica RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A.

Nella nicchia dovrà essere installato l'armadio di soccorso avvolgicavo. L'armadio e tutte le apparecchiature contenute in esso dovranno essere conformi alla Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPRIM STC IFS LF615 0.

All'interno della nicchia verrà realizzato un impianto di terra costituito da un collettore in piastra di rame al quale si attestano le corde di alluminio acciaio provenienti dalla terra di galleria, il conduttore PE e tutte le masse della nicchia.

#### **4.5 Dimensionamento sistema alimentazione 1kVca**

Sulle gallerie della tratta Andora-Finale L. è prevista l'alimentazione degli impianti per la sicurezza in galleria, tramite delle dorsali 1 kV per ciascun binario, alimentate da appositi quadri presenti nelle cabine MT/BT poste agli imbocchi delle gallerie stesse in prossimità delle stazioni.

Sostanzialmente dovranno essere realizzati tre impianti come precedentemente descritto.

Le dorsali 1kV che alimentano i Quadri di Tratta in entra-esce avranno le seguenti estensioni totali, per tratta:

1. Tratta Finale-Pietra-Borghetto:
  - lunghezza dorsale Finale-Pietra circa 5.25km;
  - lunghezza dorsale Pietra-Borghetto circa 6.20km
2. Tratta Borghetto-Croce: lunghezza dorsali circa 5.20km;
3. Tratta Albenga-Alassio-Andora. Lorenzo:
  - lunghezza dorsale Albenga-Alassio circa 6.00km;
  - lunghezza dorsale Alassio-Andora circa 5.50km

##### **4.5.1 Ipotesi configurazione del carico delle dorsali bt 1kV**

I carichi installati sulla dorsale 1kV di galleria sono sostanzialmente i "QdT di galleria" installati nelle nicchie Luce e Forza motrice di Galleria e i "QdT di by pass" installati nei by pass tra le due canne ed alimentanti i quadri di by pass.

Le principali utenze alimentate dai QdT di galleria sono:

- Diffusione Sonora e Telefonia di Emergenza
- Telecomunicazione di emergenza;
- Illuminazione e forza motrice di galleria;
- Diagnostica e manutenzione.

Le principali utenze alimentate dai QdT di by pass sono:

- Diffusione Sonora e Telefonia di Emergenza;
- Telecomunicazione di emergenza;
- Illuminazione e forza motrice di galleria;
- Diagnostica e manutenzione;
- Alimentazione del quadro sotteso di by pass che a sua volta alimenta:
  - Diffusione Sonora e Telefonia di Emergenza

- Telecomunicazione di emergenza;
- Illuminazione e forza motrice di by pass;
- Diagnostica e manutenzione;
- Impianti meccanici di by pass.

L'ipotesi di dimensionamento delle macchine (trasformatori 15/1kV) sarà fatta considerando per ogni linea sottesa al trasformatore:

- Tutti gli impianti di illuminazione di galleria in funzione;
- Tre quadri di by pass (i più lontani dalla cabina di alimentazione) in funzione con gli impianti meccanici in servizio.

Le linee saranno dimensionate per i carichi sopra indicati, mentre il calcolo della cdt verrà effettuato considerando i tre quadri di by pass in servizio nel punto più distante dall'alimentazione.

Di seguito si riportano le schede di calcolo per le diverse configurazioni di galleria, ipotizzando:

- 2 cavi di alimentazione per fase di sez. di linea 3(2\*1\*150mm<sup>2</sup>) per le gallerie tratta Finale Ligure-Pietra Ligure;
- 2 cavi di alimentazione per fase di sez. di linea 3(2\*1\*185mm<sup>2</sup>) per le gallerie tratta Pietra Ligure -Borghetto;
- 2 cavi di alimentazione per fase di sez. di linea 3(2\*1\*150mm<sup>2</sup>) per le gallerie tratta Borghetto-Croce;
- 2 cavi di alimentazione per fase di sez. di linea 3(2\*1\*185mm<sup>2</sup>) per le gallerie tratta Albenga-Alassio;
- 2 cavi di alimentazione per fase di sez. di linea 3(2\*1\*150mm<sup>2</sup>) per le gallerie tratta Alassio-Andora.

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA FINALE LIGURE A PIETRA LIGURE**

GALLERIA CAPRAZZOPPA / M.GROSSO - DORSALI 1 kV												
CAVO	2*150	mm <sup>2</sup>			Iz=	630	A	DA FINALE LIGURE A PIETRA LIGURE				
QUADRO DI TRATTA	PK	Pa [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA FINALE L. A PIETRA L.	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A*m]	CDT [V]	CDT [%]
CABINA MT BT FINALE L.	66000					0					60,06	6,01%
CAPRAZZOPPA	66157,0					177,0						
CA02	66315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	341,0						
CA04-B	66575,0	52,0	1,0	0,00	0,0	607,0	9,6	1,0	5,5	2841,2		
CA06	66815,0	4,0	0,8	1,00	3,2	853,0						
CA08-B	67075,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1119,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CA10	67315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1365,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CA12-B	67581,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1637,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CA14-B	67825,0	4,0	0,8	0,00	0,0	1887,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CA16-B	68075,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2143,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CA18	68315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2389,0	9,6	1,0	5,5	2841,2		
CA20-B	68575,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2655,0						
CA22	68815,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2901,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CA24-B	69075,0	52,0	1,0	1,00	52,0	3167,0	52,0	1,0	30,1	95193,1		
CA26	69315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3413,0						
FINE GALLERIA CAPRAZZOPPA	69471,0					3569,0						
IMBOCCO GALLERIA M.GROSSO	69534,0					3632,0						
MG02	69775,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3879,0	9,6	1,0	5,5	2841,2		
MG04-B	70035,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4145,0						
MG06	70275,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4391,0	52,0	1,0	30,1	131983,8		
MG08-B	70535,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4657,0	52,0	1,0	30,1	139979,2		
MG10	70775,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4903,0						
FINE GALLERIA	71006,0					5154,0						
CABINA MT BT PIETRA L.	71250,0					5398,0						
<b>TOTALE</b>	5250,0	<b>456,0</b>			<b>184,8</b>		<b>184,8</b>			<b>375679,5</b>		
							<b>Itot= 106,8 A</b>			<b>Leq= 3516,9 m</b>		

Figura 1 – Galleria Caprazoppa-Monte Grosso –Alimentazione da Finale Ligure

Direzione Ventimiglia - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
 DA PIETRA LIGURE A FINALE LIGURE**

GALLERIA CAPRAZOPPA / M.GROSSO - DORSALI 1 kV														
CAVO	2°150	mm <sup>2</sup>			Iz=	630	A					DA PIETRA LIGURE A FINALE LIGURE		
QUADRO DI TRATTA	PK	Pn [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA PIETRA L. A FINALE L.	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A·m]	CDT [V]	CDT [%]		
CABINA MT BT FINALE L.	66000					5398,0					63,10	6,31%		
CAPRAZZOPPA	66157,0					5241,0								
CA02	66315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	5063,0								
CA04-B	66575,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4797,0	9,6	1,0	5,5	2841,2				
CA06	66815,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4551,0								
CA08-B	67075,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4285,0	52,0	1,0	30,1	144187,3				
CA10	67315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4035,0	52,0	1,0	30,1	128797,7				
CA12-B	67581,0	52,0	1,0	1,00	52,0	3787,0	52,0	1,0	30,1	113227,7				
CA14-B	67825,0	4,0	0,8	0,00	0,0	3517,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
CA16-B	68075,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3261,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
CA18	68315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3015,0	9,6	1,0	5,5	2841,2				
CA20-B	68575,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2749,0								
CA22	68815,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2503,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
CA24-B	69075,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2237,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
CA26	69315,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1991,0								
FINE GALLERIA CAPRAZZOPPA	69471,0					1829,0								
IMBOCCO GALLERIA M.GROSSO	69534,0					1766,0								
MG02	69775,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1525,0	9,6	1,0	5,5	2841,2				
MG04-B	70035,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1259,0								
MG06	70275,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1013,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
MG08-B	70535,0	52,0	1,0	0,00	0,0	747,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
MG10	70775,0	4,0	0,8	1,00	3,2	501,0								
FINE GALLERIA	71006,0					264,0								
CABINA MT BT PIETRA L.	71250,0					0,0								
<b>TOTALE</b>		<b>456,0</b>			<b>184,8</b>		<b>184,8</b>			<b>394736,2</b>				
					<b>Itot=</b>		<b>106,8</b>	<b>A</b>	<b>Leq=</b>	<b>3695,3</b>			<b>m</b>	

Figura 2 – Galleria Caprazoppa-Monte Grosso –Alimentazione da Pietra Ligure

Direzione Genova - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA PIETRA LIGURE A BORGHETTO**

GALLERIA CASTELLARI / PINELAND - DORSALI 1 kV												DA PIETRA LIGURE A BORGHETTO	
CAVO	2*185	mm <sup>2</sup>			Iz=		702	A					
QUADRO DI TRATTA	PK	Pa [kVA]	KU	KC	P. Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA PIETRA L. A BORGHETTO	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A <sup>2</sup> m]	CDT [V]	CDT [%]	
<b>CABINA MT/BT PIETRA LIGURE</b>	71250					0							
imb. Artif. Galleria Castellari	71466,0					236,0							
CS02-B	71625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	401,0							
CS04	71870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	652,0	9,6	1,0	5,5	2841,2	57,84	5,78%	
CS06-B	72125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	913,0							
CS08	72370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1164,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS10-B	72625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1425,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS12	72870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1676,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS14-B	73125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1937,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS16	73370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2188,0							
CS18-B	73625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2449,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
CS20	73870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2700,0							
CS22-B	74125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2961,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS24	74370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3212,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS26-B	74625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3473,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS28	74870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3724,0							
CS30-B	75125,0	52,0	1,0	1,00	52,0	3985,0	52,0	1,0	30,1	119780,3			
CS32	75370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4236,0	52,0	1,0	30,1	135169,9			
CS34-B	75625,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4497,0							
CS36	75870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4748,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
CS38-B	76125,0	52,0	1,0	1,00	52,0	5009,0							
CS40	76125,0	4,0	0,8	1,00	3,2	5015,0	52,0	1,0	30,1	150559,5			
imb. Artif. Galleria Castellari	76483,0					5379,0	3,2	1,0	1,8	9276,3			
imb. Artif. Galleria Pineland	76696,0					5598,0							
imb. Artif. Galleria Pineland	77078,0					6000,0							
<b>CABINA MT/BT BORGHETTO</b>	<b>77250,0</b>					<b>6172,0</b>							
<b>TOTALE</b>	6000,0	<b>560,0</b>			<b>188,0</b>		<b>188,0</b>			<b>423309,6</b>			
						<b>Itot=</b>	<b>108,7</b>	<b>A</b>		<b>Leq=</b>	<b>3895,3</b>	<b>m</b>	

Figura 3 – Galleria Castellari-Pineland – Alimentazione da Pietra Ligure

Direzione Ventimiglia - Dimensionamento dorsale 1kV



**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA BORGHETTO A PIETRA L.**

GALLERIA CASTELLARI / PINELAND - DORSALI 1 KV											DA BORGHETTO A PIETRA L.		
CAVO	2*185	mm <sup>2</sup>			Iz=	702	A					CDT [V]	CDT [%]
QUADRO DI TRATTA	PK	Pa [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA BORGHETTO A PIETRA L.	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A <sup>2</sup> m]			
<b>CABINA MT/BT PIETRA LIGURE</b>	71250					<b>6172,0</b>							
imb. Artif. Galleria Castellari	71466,0					5956,0							
CS02-B	71625,0	52,0	1,0	1,00	52,0	5777,0							
CS04	71870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	5526,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
CS06-B	72125,0	52,0	1,0	1,00	52,0	5285,0							
CS08	72370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	5014,0	52,0	1,0	30,1	173643,9			
CS10-B	72625,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4753,0	52,0	1,0	30,1	158254,3			
CS12	72870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4502,0	52,0	1,0	30,1	142864,7			
CS14-B	73125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	4241,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS16	73370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3990,0							
CS18-B	73625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3729,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
CS20	73870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3478,0							
CS22-B	74125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3217,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS24	74370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2966,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS26-B	74625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2705,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS28	74870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2454,0							
CS30-B	75125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2193,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS32	75370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1942,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
CS34-B	75625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1681,0							
CS36	75870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1430,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
CS38-B	76125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1169,0							
CS40	76125,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1163,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
imb. Artif. Galleria Castellari	76483,0					799,0	3,2	1,0	1,8	215,2			
imb. Artif. Galleria Pineland	76696,0					580,0							
imb. Artif. Galleria Pineland	77078,0					192,0							
<b>CABINA MT/BT BORGHETTO</b>	<b>77250,0</b>					<b>0,0</b>							
<b>TOTALE</b>	6000,0	<b>560,0</b>			<b>188,0</b>		<b>188,0</b>			<b>485437,7</b>			
							<b>Itot= 108,7</b>	<b>A</b>		<b>Leq= 4467,1</b>	<b>m</b>		

Figura 4 – Galleria Castellari-Pineland – Alimentazione da Borghetto

Direzione Genova - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA BORGHETTO A CROCE**

GALLERIA CROCE - DORSALI 1 kV												
CAVO	2*150	mm <sup>2</sup>			Iz= 630 A			DA BORGHETTO A CROCE				
QUADRO DI TRATTA	PK	Pn [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA BORGHETTO A CROCE	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A*m]	CDT [V]	CDT [%]
<b>CABINA MT/BT BORGHETTO</b>	77250					0					63,92	6,39%
imb. Antif. Gall. Croce	77703,0					473,0						
CR02-B	77870,0	52,0	1,0	0,00	0,0	646,0						
CR04	78115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	897,0	9,6	1,0	5,5	2841,2		
CR06-B	78370,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1158,0						
CR08	78615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1409,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR10-B	78870,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1670,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR12	79115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1921,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR14-B	79370,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2182,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR16	79615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2433,0						
CR18-B	79870,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2694,0	9,6	1,0	5,5	2841,2		
CR20	80115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2945,0						
CR22-B	80370,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3206,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR24	80615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3457,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR26-B	80870,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3718,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR28	81115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3969,0						
CR30-B	81175,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4035,0	52,0	1,0	30,1	121283,2		
CR32-B	81370,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4236,0	52,0	1,0	30,1	127324,9		
CR34	81615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4487,0						
CR36-B	81870,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4748,0	9,6	1,0	5,5	2857,8		
CR38	82115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4999,0						
imb. Antif. Gall. Croce	82278,0					5182,0	52,0	1,0	30,1	142714,5		
<b>CABINA MT/BT CROCE</b>	<b>82350,0</b>					<b>5254,0</b>						
<b>TOTALE</b>	5100,0	<b>556,0</b>			<b>184,8</b>		<b>184,8</b>			<b>399862,7</b>		
						<b>Itot=</b>	<b>106,8</b>	<b>A</b>		<b>Leq=</b>	<b>3743,3</b>	<b>m</b>

Figura 5 – Galleria Croce – Alimentazione da Borghetto

Direzione Ventimiglia - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA CROCE A BORGHETTO**

GALLERIA CROCE - DORSALI 1 kV												
CAVO	2°150	mm <sup>2</sup>		Iz=		630	A	DA CROCE A BORGHETTO				
QUADRO DI TRATTA	PK	P <sub>a</sub> [kVA]	KU	KC	P <sub>imp.</sub> [kVA]	DIST. ALIM. DA CROCE A BORGHETTO	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A <sup>2</sup> m]	CDT [V]	CDT [%]
<b>CABINA MT/BT BORGHETTO</b>	77250					<b>5254,0</b>					60,50	6,05%
imb. Artif. Gall. Croce	77703,0					4801,0						
CR02-B	77870,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4614,0						
CR04	78115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4363,0	9,6	1,0	5,5	2841,2		
CR06-B	78370,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4102,0						
CR08	78615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3851,0	52,0	1,0	30,1	138686,7		
CR10-B	78870,0	52,0	1,0	1,00	52,0	3590,0	52,0	1,0	30,1	123297,1		
CR12	79115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3339,0	52,0	1,0	30,1	107907,5		
CR14-B	79370,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3078,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR16	79615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2827,0						
CR18-B	79870,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2566,0	9,6	1,0	5,5	2841,2		
CR20	80115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2315,0						
CR22-B	80370,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2054,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR24	80615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1803,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR26-B	80870,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1542,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR28	81115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1291,0						
CR30-B	81175,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1225,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR32-B	81370,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1024,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
CR34	81615,0	4,0	0,8	1,00	3,2	773,0						
CR36-B	81870,0	52,0	1,0	0,00	0,0	512,0	9,6	1,0	5,5	2857,8		
CR38	82115,0	4,0	0,8	1,00	3,2	261,0						
imb. Artif. Gall. Croce	82278,0					92,0	0,0	1,0	0,0	0,0		
<b>CABINA MT/BT CROCE</b>	<b>82350,0</b>					<b>0,0</b>						
<b>TOTALE</b>	5100,0	<b>556,0</b>			<b>184,8</b>		<b>184,8</b>			<b>378431,4</b>		
						<b>Itot=</b>	<b>106,8</b>	<b>A</b>		<b>Leq=</b>	<b>3542,7</b>	<b>m</b>

Figura 6 – Galleria Croce – Alimentazione da Croce

Direzione Genova - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA ALASSIO AD ALBENGA**

GALLERIA ALASSIO 1 - DORSALI 1 kV														
CAVO	2°185	mm <sup>2</sup>				lz=	702	A					DA ALASSIO AD ALBENGA	
QUADRO DI TRATTA	PK	P <sub>a</sub> [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA ALBENGA AD ALASSIO	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A <sup>2</sup> m]	CDT [V]	CDT [%]		
<b>CABINA MT/BT ALBENGA.</b>	86200					0								
imb. Artif. Gall. Alassio	87134,0					954,0								
AL02	87370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1196,0								
AL04-B	87625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1457,0	9,6	1,0	5,5	2841,2				
AL06	87870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1708,0								
AL08-B	88125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1969,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL10	88370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2220,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL12-B	88625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2481,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL14	88870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2732,0		1,0	0,0	0,0				
AL16-B	89125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2993,0								
AL18	89370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3244,0	9,6	1,0	5,5	2841,2				
AL20-B	89625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3505,0								
AL22	89870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3756,0	3,2	1,0	1,8	6000,5				
AL24-B	90125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	4017,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL26	90370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4268,0	52,0	1,0	30,1	136131,8				
AL28-B	90625,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4529,0								
AL30	90870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4780,0	52,0	1,0	30,1	151521,4				
AL32-B	91125,0	52,0	1,0	1,00	52,0	5041,0	52,0	1,0	30,1	166911,0				
AL34	91370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	5292,0								
AL36-B	91625,0	52,0	1,0	1,00	52,0	5553,0	9,6	1,0	5,5	3565,3				
<b>CABINA MT/BT ALASSIO</b>	<b>92050,0</b>					<b>5998,0</b>								
<b>TOTALE</b>	5850,0	<b>504,0</b>			<b>184,8</b>		<b>188,0</b>			<b>469812,3</b>				
						ltot=	<b>108,7</b>	A		Leq=	<b>4323,3</b>	m		

Figura 7 – Galleria Alassio – Alimentazione da Albenga

Direzione Alassio - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA ALASSIO AD ALBENGA**

GALLERIA ALASSIO 1 - DORSALI 1 kV														
CAVO	2*185	mm <sup>2</sup>			Iz=	702	A	DA ALASSIO AD ALBENGA						
QUADRO DI TRATTA	PK	Pa [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA ALASSIO AD ALBENGA	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A*m]	CDT [V]	CDT [%]		
CABINA MT/BT ALBENGA.	86200					5998,0					51,67	5,17%		
imb. Artif. Gall. Alassio	87134,0					5044,0								
AL02	87370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4808,0								
AL04-B	87625,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4547,0	9,6	1,0	5,5	2841,2				
AL06	87870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4296,0								
AL08-B	88125,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4035,0	52,0	1,0	30,1	136672,8				
AL10	88370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3784,0	52,0	1,0	30,1	121283,2				
AL12-B	88625,0	52,0	1,0	1,00	52,0	3523,0	52,0	1,0	30,1	105893,6				
AL14	88870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3272,0		1,0	0,0	0,0				
AL16-B	89125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3011,0								
AL18	89370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2760,0	9,6	1,0	5,5	2841,2				
AL20-B	89625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2499,0								
AL22	89870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2248,0	3,2	1,0	1,8	5105,2				
AL24-B	90125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1987,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL26	90370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1736,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL28-B	90625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1475,0								
AL30	90870,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1224,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL32-B	91125,0	52,0	1,0	0,00	0,0	963,0	0,0	1,0	0,0	0,0				
AL34	91370,0	4,0	0,8	1,00	3,2	712,0								
AL36-B	91625,0	52,0	1,0	0,00	0,0	451,0	9,6	1,0	5,5	3565,3				
CABINA MT/BT ALASSIO	92050,0					0,0								
<b>TOTALE</b>	5850,0	<b>504,0</b>			<b>184,8</b>		<b>188,0</b>			<b>378202,5</b>				
						Itot=	<b>108,7</b>	A	Leq=	<b>3480,3</b>	m			

Figura 8 – Galleria Alassio – Alimentazione da Alassio

Direzione Albenga - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA ALASSIO AD ANDORA**

GALLERIA ALASSIO 1 - DORSALI 1 kV													
CAVO	2*150	mm <sup>2</sup>				Iz=	630	A	DA ALASSIO AD ANDORA				
QUADRO DI TRATTA	PK	Pn [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA ALASSIO AD ANDORA	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A*m]	CDT [V]	CDT [%]	
CABINA MT/BT ALASSIO	92050					0							
AL38-B	92445,0	52,0	1,0	0,00	0,0	421,0	0,0	1,0	0,0	0,0	59,10	5,91%	
AL40	92690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	672,0							
AL42-B	92945,0	52,0	1,0	0,00	0,0	933,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
AL44	93190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1184,0							
AL46-B	93445,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1445,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL48	93690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1696,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL50-B	93945,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1957,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL52	94190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2208,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL54-B	94445,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2469,0							
AL56	94690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2720,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
AL58-B	94945,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2981,0							
AL60	95190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3232,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL62-B	95445,0	52,0	1,0	1,00	52,0	3493,0	52,0	1,0	30,1	104991,9			
AL64	95690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3744,0	52,0	1,0	30,1	120381,5			
AL66-B	95945,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4005,0							
AL68	96190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4256,0	52,0	1,0	30,1	135771,1			
AL70-B	96445,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4517,0							
AL72	96690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4768,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
sbo. Artif. Galleria Alassio 2° PT	96865,0												
CABINA MT/BT ANDORA	97500					5578,0							
<b>TOTALE</b>	5450,0	<b>504,0</b>			<b>184,8</b>		<b>184,8</b>			<b>369668,0</b>			
						<b>Itot=</b>	<b>106,8 A</b>		<b>Leq=</b>	<b>3460,6 m</b>			

Figura 9 – Galleria Alassio – Alimentazione Alassio

Direzione Andora - Dimensionamento dorsale 1kV

**DIMENSIONAMENTO cdT CAVO  
DA ANDORA AD ALASSIO**

GALLERIA ALASSIO 1 - DORSALI 1 kV											DA ANDORA AD ALASSIO		
CAVO	2*150	mm <sup>2</sup>			Iz=	630	A					CDT [V]	CDT [%]
QUADRO DI TRATTA	PK	Pa [kVA]	KU	KC	P.Imp. [kVA]	DIST. ALIM. DA ANDORA AD ALASSIO	POTENZE PER TRATTI [kVA]	TENSIONE NOMINALE [kV]	CORRENTE NOMINALE [A]	MOMENTO AMPEROMETRICO [A*m]			
<b>CABINA MT/BT ALASSIO</b>	92050					<b>5578,0</b>							
AL38-B	92445,0	52,0	1,0	1,00	52,0	5182,0	52,0	1,0	30,1	155789,6	68,70	6,87%	
AL40	92690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4932,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
AL42-B	92345,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4671,0							
AL44	93190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	4420,0							
AL46-B	93445,0	52,0	1,0	1,00	52,0	4159,0	52,0	1,0	30,1	140400,0			
AL48	93690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3908,0	52,0	1,0	30,1	125010,4			
AL50-B	93945,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3647,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL52	94190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	3396,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL54-B	94445,0	52,0	1,0	0,00	0,0	3135,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
AL56	94690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2884,0							
AL58-B	94945,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2623,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL60	95190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	2372,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL62-B	95445,0	52,0	1,0	0,00	0,0	2111,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL64	95690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1860,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL66-B	95945,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1599,0							
AL68	96190,0	4,0	0,8	1,00	3,2	1348,0	0,0	1,0	0,0	0,0			
AL70-B	96445,0	52,0	1,0	0,00	0,0	1087,0	9,6	1,0	5,5	2841,2			
AL72	96690,0	4,0	0,8	1,00	3,2	836,0							
sbo. Artif. Galleria Alassio 2PT	96865,0												
<b>CABINA MT/BT ANDORA</b>	<b>97500</b>					<b>0,0</b>							
<b>TOTALE</b>	5450,0	<b>504,0</b>			<b>184,8</b>		<b>184,8</b>			<b>429723,5</b>			
						Itot=	<b>106,8</b>	A	Leq=	<b>4022,8</b>	m		

Figura 10 – Galleria Alassio – Alimentazione da Andora

Direzione Alassio - Dimensionamento dorsale 1kV

#### **4.6 Piazzale di emergenza e PES**

Dove previsti, i Piazzali di emergenza saranno dotati dei seguenti impianti LFM:

- Impianto di illuminazione di piazzale, costituito da paline di illuminazione in vetroresina e proiettori di tipo stradale, eventuali torri faro a corona mobile per i piazzali più estesi. Alcuni corpi illuminanti saranno sottesi ad un gruppo soccorritore con autonomia di 90', per realizzare l'illuminazione di emergenza;
- Alimentazione degli impianti antincendio per i Punti di Evacuazione e Soccorso (PES);
- Impianto di illuminazione dei Punti di Evacuazione e Soccorso (PES);
- Alimentazione delle apparecchiature per la Messa a Terra della linea di contatto in galleria.
- Alimentazione degli impianti PGEP, che necessitano un'autonomia di funzionamento di 8 ore.

L'alimentazione di detti impianti sarà derivata direttamente dal QGBT della cabina MT/bt più vicina dalla sbarra normale. I quadri di piazzale (QLFM-Piazzale Emer.) saranno alimentati in continuità da UPS avente capacità e autonomia necessaria per i carichi sopra descritti.

La centrale idrica presente nei Piazzali sarà alimentata direttamente dal QGBT della cabina MT/bt più vicina, dalla sbarra normale, questo perché la centrale è dotata di gruppo pompe elettriche e gruppi motopompa, dotati cioè di motore endotermico funzionante in caso di assenza tensione di rete.

Nei Piazzali insistono anche le apparecchiature per la messa a terra di sicurezza della linea di contatto in galleria "STES". Dette apparecchiature saranno alimentate dai quadri LFM presenti nel piazzale, dalla sezione normale e dalla sezione no-break.

Inoltre, nelle aree di emergenza saranno previsti i marciapiedi di evacuazione (PES). Quest'ultimi saranno illuminati con opportuni apparecchi con lampada LED e paline in vetroresina. L'alimentazione dei circuiti sarà sottesa alla sbarra no break del QLFM-PGEP, alimentata da UPS dedicato o dalla sbarra essenziale del sistema SIAP (se presente), ubicato nel fabbricato tecnologico di piazzale emergenza. Il comando di accensione sarà gestito dal sistema emergenza galleria, inoltre sarà possibile il comando locale tramite pulsanti luminosi installati ogni 80m circa sui marciapiedi stessi.

In alcuni casi i marciapiedi PES coincidono (totalmente o in parte), con i marciapiedi di stazione.



In questo caso i marciapiedi di stazione saranno già predisposti con impianto di illuminazione e solo alcuni apparecchi saranno sottesi al sistema di alimentazione derivato da sbarra no break del QLFM-PGEP, alimentata da UPS dedicato o dalla sbarra essenziale del sistema SIAP (se presente), ubicato nel fabbricato tecnologico di piazzale emergenza. Anche in questo caso il comando di accensione sarà gestito dal sistema emergenza galleria, inoltre sarà possibile il comando locale tramite pulsanti luminosi installati ogni 80m circa sui marciapiedi stessi.

#### **4.7 Sistema Supervisione e Controllo Sicurezza in galleria**

Il sistema di supervisione e controllo sicurezza in galleria della tratta Andora-S. Lorenzo, è costituito dai PC client front/end di galleria, ubicati nelle cabine MT/bt di alimentazione delle sotto tratte, dalla rete di trasmissione in cavi F.O. (fornitura e predisposizione a cura tecnologia TLC) e dalla postazione remotizzata del sistema di supervisione.

Gli interventi saranno relativi ai seguenti impianti:

- Quadri di tratta: automazione e supervisione tramite apparati (PLC) con propria autonomia di elaborazione;
- Luci - diagnostica quadro/protezioni;
- Sistemi Master/Slave, front end di comunicazione di piazzale.

##### **4.7.1 Caratteristiche generali**

Sono qui elencati i criteri di sviluppo utilizzati per la progettazione dell'impianto di supervisione e controllo impianti LFM sicurezza in galleria:

- Rilevamento di mancanze tensioni e guasti e conseguenze, riconfigurazione automatico delle alimentazioni elettriche in bassa tensione (INTERRUTTORI BT ALIMENTAZIONE SISTEMA 1kV E QUADRO);
- Individuazione puntuale dell'attivazione dei pulsanti di allarme;
- Accensione spegnimento delle lampade di sicurezza galleria;
- Controllo integrità delle lampade di sicurezza in galleria,
- Comandi con verifica automatica della loro fattibilità e indicazioni delle condizioni mancanti, dei singoli interruttori e contattori comandabili a distanza;
- Rilevamento e gestione particolareggiata delle condizioni anomale e degli allarmi del sistema elettrico e del sistema di supervisione e controllo;

- Immediata individuazione dell'anomalia primaria,
- Gestione della reazione del sistema;
- disponibilità di aiuti in linea per gli operatori per il reset ed il restart;
- Interfacciamento con i dispositivi di protezione elettrica:
- lettura di stati allarmi, misure, invio comandi, lettura e scrittura parametri di taratura;
- Interfacciamento con il sistema centrale di (PGEP o PCS) per messa a disposizione di tutti i dati-parametri-comandi necessari ad una corretta gestione remota degli impianti.

## 5 Sicurezza in galleria – Specifica LF611

Per le gallerie comprese tra i 500m e i 1000m, saranno realizzati degli impianti di illuminazione di sicurezza rispondenti alla specifica RFI DPRIM STC IFS LF611 B "Miglioramento della sicurezza in galleria. Impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie lunghe tra 500 e 1000 metri".

Le gallerie che ricadono in questo campo sono:

- Galleria esistente San Bernardino: singola canna doppio binario (L=730m)
- Galleria Parei: singola canna doppio binario (L=524m).

L'alimentazione ai QdP-LF611 sarà derivata dalla sezione normale del QGBT più vicino:

- Galleria San Bernardino: alimentazione dal QGBT-Finale Ligure
- Galleria Parei: alimentazione dal QGBT-Croce.

Le apparecchiature impiegate per realizzare l'impianto di illuminazione sono le stesse impiegate per le gallerie di lunghezza maggiore. La distribuzione sarà realizzata con un sistema trifase con neutro distribuito per ogni binario.

## 6 IMPIANTI NELLE STAZIONI/FERMATE

Nelle stazioni o fermate previste nella tratta Andora-Finale Ligure, saranno realizzati gli impianti elettrici di illuminazione e forza motrice necessari alla stazione stessa. Alcuni impianti sono in comune con quelli sopra descritti, ad esempio: cabina di trasformazione MT/bt, sistema di supervisione, vie cavi, ecc. I principali impianti che saranno realizzati nelle stazioni della tratta sono:

- Cabine di trasformazione MT/bt (alimentanti anche gli impianti sicurezza in galleria);
- Impianto di illuminazione di stazione: locali tecnici, atri, marciapiedi, pensiline, sottopassi;
- Impianto di illuminazione camminamenti e punte scambi;
- Impianto di illuminazione parcheggi esterni alla stazione;
- Impianto di terra;
- Predisposizione impianto DOTE per le cabine MT/bt;
- Impianti RED, nella stazioni/fermate in cui è previsto;
- Impianto fotovoltaico, nelle stazioni/fermate in cui è previsto;
- Impianto SIAP, nelle stazioni/fermate in cui è previsto.

### 6.1 Cabine MT/bt

Le cabine elettriche di trasformazione MT/bt previste in genere, nel fabbricato tecnologico, sono costituite tipicamente da n. 4 locali:

1. locale ENEL;
2. locale misure;
3. locale quadro MT e trasformatori;
4. locale quadri bassa tensione.

Le caratteristiche elettriche principali delle linee sono le seguenti:

- tensione nominale M.T. 15 kV
- tensione nominale B.T. 400/230 V
- Tensione nominale sistema sicurezza galleria 1kV
- sistema di distribuzione B.T. TN-S
- Sistema di distribuzione sicurezza galleria TN

La cabina sarà dotata, oltre che di tutti i sistemi di sicurezza previsti dalla normativa antinfortunistica, tipicamente dalle apparecchiature descritte nei successivi paragrafi.

### 6.1.1 Quadro di MT

I quadri di MT saranno del tipo prefabbricato ad unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili con struttura in lamiera di acciaio adatte per installazione all'interno, con appoggio a pavimento. Gli scomparti saranno realizzati in lamiera zincata con porte e pannelli frontali verniciati.

I quadri risponderanno alla specifica tecnica RFI DMA IM LA LG IFS 300 A Quadri Elettrici di media tensione di tipo modulare prefabbricato.

Le unità tipiche del quadro di media tensione sono: Scomparto "A" arrivo generale da ente distributore dotato di interruttore isolato in SF6 e protezioni secondo la norma CEI 0-16; N.° 2 scomparti protezione trafo sicurezza galleria, dotati di interruttore isolato in SF6 e relè di protezione; n.° 2 scomparti protezione trafo alimentazione impianti bt dotato anch'essi di interruttori isolati in SF6 e relè di protezione.

#### DATI ELETTRICI SCOMPARTI:

- tensione di isolamento: 24 kV
- tensione nominale della rete di alimentazione: 15 kV
- tensione di esercizio: 15 kV
- numero delle fasi: 3
- tensione di prova a 50 Hz per 1 min.: 50kV
- tensione di prova ad impulso: 250kV
- frequenza: 50 Hz
- corrente nominale sbarre principali: 630 A
- corrente nominale sbarre di derivazione: 630 A
- corrente di breve durata per 1 sec.: 16 kA
- corrente dinamica (valore di cresta): 40 kA
- potere di interruzione degli interruttori: 16 kA
- Durata nominale del corto circuito: 1"
- tensione nominale circuiti aux. di comando/segnali: 230 Vca ± 10%

Tenuta all'arco interno:

**LSC2A-PM-IAC-AFL 16kA PER 1 SEC (IEC 62271-200)**

### 6.1.2 TRASFORMATORI MT/BT

Per ogni cabina sono previsti tipicamente n. 4 trasformatori MT/bt aventi le seguenti caratteristiche:

- N. 2 trasformatori con isolamento in resina aventi potenza ciascuno di 250/315/400, 3x1600kVA alla stazione di Alassio, rapporto di trasformazione 15.000/400 V, schema di collegamento Dyn11, classi E1/C1/F; i trasformatori saranno installati in appositi box con accessibilità solo a mezzo chiave interbloccata con gli interruttori di media tensione e bassa tensione relativi;
- N. 2 trasformatori con isolamento in resina avente potenza di 250/400 kVA, rapporto di trasformazione 15.000/1.000 V; il trasformatore sarà installato in apposito box con accessibilità solo a mezzo chiave interbloccata con gli interruttori di media tensione e bassa tensione relativi.

### 6.1.3 Gruppo elettrogeno

Per la sola cabina della fermata in galleria di Alassio, sarà previsto per l'alimentazione in emergenza dell'intera fermata (impianti elettrici, meccanici e di sollevamento), anche un gruppo elettrogeno dotato di motore diesel, con potenza elettrica in continuità di 2.4 MVA. Il gruppo elettrogeno dovrà essere dotato di ogni accessorio necessario al funzionamento ed in particolare: marmitta silenziata di tipo residenziale, quadro di controllo dotato di PLC interfacciabile con i sistemi DOTE / SPVI / SEM, sistema di avviamento autonomo con batterie, serbatoio in grado di alimentare per 12 ore il gruppo a piena potenza, completo di tubazioni e pompe di alimentazione del gruppo.

- N. 1 gruppo elettrogeno dotato di motore diesel della potenza elettrica in continuità di 2.4 MVA

### 6.1.4 "QGBT"

Alimentato dai trasformatori MT/bt TR3 e TR4 (15kV/0.4kV 250/315/400/1600 kVA, uno di riserva all'altro), alimenta i quadri bassa tensione della stazione ferroviaria, le utenze del piazzale esterno della stazione ed eventualmente il Piazzale di emergenza sicurezza in galleria limitrofa, il sistema di alimentazione SIAP (se presente).

Detti quadri sono previsti ad armadio metallico, per appoggio a pavimento o a parete a seconda delle dimensioni, con scomparti modulari e con una serie di interruttori per la protezione ed il comando dei vari circuiti come indicato sugli schemi elettrici relativi.

### **6.1.5 Quadri di piazzale 1kV**

Alimentati dal trasformatore MT/Bt TR1/2 (15kV/1kV 250kVA), alimentano le dorsali 1kV delle tratta in galleria. Detti quadri sono previsti ad armadio metallico, per appoggio a pavimento o a parete a seconda delle dimensioni, con scomparti modulari e con una serie di interruttori per la protezione ed il comando dei vari circuiti come indicato sugli schemi elettrici relativi. Detti quadri risponderanno al documento:

RFI DPRIM STF IFS LF613 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Piazzale per gallerie oltre 1.000 metri

### **6.1.6 Impianti accessori**

Il locale cabina dovrà essere corredato di tutti gli accessori necessari alla sicurezza, quali: tappeto isolante 20 kV; guanti isolanti 20 kV; cartelli monitori; estintori; schemi elettrici M.T.; ecc.

## **6.2 Impianto di illuminazione interno ed esterno**

Gli impianti di illuminazione presenti sono di diverse tipologie sia per quanto concerne le caratteristiche degli organi illuminanti che per il livello di illuminamento medio che si è previsto di ottenere nelle diverse aree.

Si precisa che i locali di stazione con accesso al pubblico: atrio, sottopasso, scale, rampe e pensiline, saranno dotati di corpi illuminanti con lampade di tipo a LED.

I livelli di illuminamento di riferimento sono stati ricavati dalle norme UNI 12464-1/2 dalle specifiche RFI per le stazioni e dalla normativa relativa alla "Interoperabilità ferroviaria concernente le «persone a mobilità ridotta» nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità".

I corpi illuminanti per i fabbricati tecnologici, per le pensiline, sottopassi o dove applicabile, risponderanno alle seguenti specifiche:

- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 163 A Apparecchio illuminante a LED per marciapiedi, pensiline e sottopassi;
- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 165 A Apparecchio illuminante a LED (60x60) per installazione incasso / plafone.

In funzione della superficie di ciascuna area ed in funzione dei valori d'illuminamento richiesti dalle normative vigenti, sono stati stabiliti il numero e il tipo di apparecchio da utilizzare (cfr. i documenti di progetto: Relazioni di calcolo illuminotecnico).

Dal QGBT e dai quadri secondari, saranno derivati più circuiti indipendenti fra loro, singolarmente protetti, per l'alimentazione dei corpi illuminanti. Ciascun circuito sarà normalmente del tipo in derivazione a 230 V.

### **6.2.1 Impianto di illuminazione di emergenza**

In ottemperanza a quanto richiesto dalle normative di riferimento, l'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato con una parte dei corpi illuminanti alimentati da circuiti sottesi al gruppo di continuità.

I livelli di illuminamento di riferimento sono stati ricavati dalla norma UNI EN 1838.

L'impianto di illuminazione di emergenza dovrà avere canalizzazioni e cassette di derivazione separate dal resto dell'impianto (organi di comando, cassette e tubazioni distinte).

## **6.3 Impianto di illuminazione punte scambi**

Illuminazione delle punte scambi all'aperto dovrà essere realizzato con apparecchi illuminanti tipo stradale a doppio isolamento, con lampada LED, corredati di accessorio per installazione su palo in vetroresina avente altezza 5,2 m fuori terra.

Le paline saranno complete di pulsante di accensione luminoso (led blu).

L'attivazione del pulsante accende tutte le punte scambi del relativo binario. Lo spegnimento delle paline è automatico con relè temporizzato. Le paline saranno complete di blocco di fondazione.

L'alimentazione sarà derivata dal quadro di bassa tensione settore 400V.

I cavi saranno posati all'interno delle vie cavi predisposte da altro intervento (in tubazione sui marciapiedi e in cunicolo lungo linea).

### **6.3.1 Illuminazione punte scambi in galleria**

L'illuminazione delle punte scambi in galleria dovrà essere realizzata con gli stessi apparecchi utilizzati per l'illuminazione di sicurezza.

Detta lampade si accenderanno tramite pulsanti a fungo dotati di illuminazione di riferimento, costituita da led a luce bianca disposti all'interno del pulsante e in grado di far individuare il pulsante da notevole distanza.

L'attivazione del pulsante accende tutte le punte scambi del relativo binario. Lo spegnimento è automatico con relè temporizzato, ubicato all'interno del quadro di alimentazione.

I cavi saranno posati all'interno delle vie cavi predisposte da altro intervento (in tubazione sui marciapiedi e in cunicolo lungo linea), mentre in galleria i cavi saranno posati in modo analogo agli impianti illuminazione sicurezza galleria.

#### **6.4 Impianto illuminazione parcheggi**

Nelle stazioni dove sono presenti parcheggi, sarà realizzato un impianto di illuminazione stradale, alimentato da utenze in bassa tensione ENEL.

Sostanzialmente l'impianto è costituito dalle seguenti parti:

- Alimentazione da ente distributore;
- Cavidotti e pozzetti;
- Cavi di alimentazione;
- Pali in acciaio zincato (o paline in vtr), armature di tipo stradale con lampade LED e morsettiere di derivazione.

##### **6.4.1 Alimentazione da ente distributore**

L'alimentazione delle aree verrà effettuata direttamente in bassa tensione dall'Ente distributore competente per territorio. La consegna avverrà a confine presso pubblica via. L'ubicazione del punto di consegna dovrà essere concordata con l'ente distributore in fase di costruzione.

In prossimità del contatore energia verrà installato un armadio di tipo stradale in vetroresina completo di piedistallo, telaio di fissaggio con setti per passaggio cavi, portella di chiusura con serratura.

Da tale armadio partiranno i cavi di alimentazione delle linee di illuminazione del piazzale (suddivise in notte e mezzanotte).

##### **6.4.2 Cavidotti**

I cavi in partenza dall'armadio illuminazione parcheggio correranno all'interno di appositi cavidotti in PVC pesante di tipo flessibile posati all'interno di scavi a sezione obbligata a profondità richiesta dalle norme di riferimento. Ad ogni slineamento o curva brusca del cavidotto sarà installato un pozzetto rompi tratta, in cls con chiusino carrabile in ghisa.

##### **6.4.3 Pali di sostegno**

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.



È previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR- UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85.

I pali saranno completi di asola passaggio cavi e finestra morsettiera di derivazione.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari".

#### **6.4.4 Linee di alimentazione e derivazione**

I cavi in partenza dal quadro parcheggio, posati nelle tubazioni sopra descritte, saranno bipolari con idonea sezione del conduttore e saranno del tipo FG16OM16 0.6-1kV.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa.

#### **6.4.5 Cassette di derivazione da palo**

La derivazione agli apparecchi di illuminazione sarà realizzata con idonea morsettiera da palo. La morsettiera sarà dotata di portafusibili per la protezione della derivazione alla lampada. Grado di protezione delle cassette deve essere almeno IP43, il grado di protezione del coperchio deve essere IP54.

#### **6.4.6 Corpi illuminanti**

Le armature saranno del tipo stradale idonee alla zona 1 (inquinamento luminoso), classe di isolamento II e dovranno essere dotate di lampada LED. Il grado di protezione del vano apparecchi dovrà essere almeno IP43 mentre quello della lampada IP66.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla legge regionale 29 maggio 2007 n. 22 della regione Liguria.

## **6.5 Impianto di terra**

L'impianto di terra è costituito essenzialmente da:

- dispersore orizzontale ad anello perimetrale (interrato a circa -0.8m dal piano di calpestio), costituito da corda di rame nuda sez. 1\*95mm<sup>2</sup>;
- dispersori verticali costituiti da picchetti in acciaio ramato con diametro minimo 22mm e lunghezza 3m, composti da più pezzi componibili. I picchetti saranno eventualmente posti in pozzetti ispezionabili;
- collettore di terra equipotenziale interno agli ambienti costituito da piatto di rame fissato a parete tramite isolatori bt.
- collegamento ai ferri di armatura della struttura realizzato con apposito sezionatore.
- collegamenti equipotenziali alle masse elettriche e alle masse realizzati con corda di rame isolata sez. minima 16mm<sup>2</sup>.

## 6.6 SIAP

Per garantire l'alimentazione degli impianti IS di stazione e di linea, è prevista l'installazione di adeguati Sistemi Integrati di Alimentazione e Protezione (SIAP), conformi alla Specifica Tecnica di Fornitura IS 732 rev. D.

In particolare, verranno dotate di Impianti SIAP le stazioni di seguito elencate:

- Stazione di Finale Ligure (LF01);
- P.C. di Borghetto (LF03);
- Stazione di Albenga (LF04);
- Stazione di Andora (LF06).

Il SIAP adottato per le stazioni sopra indicate è di tipo B; il documento di riferimento è il seguente:

- RFI DTC DNSSSTB SF IS 06 732 D Sistema integrato di alimentazione e protezione per impianti di sicurezza e segnalamento.

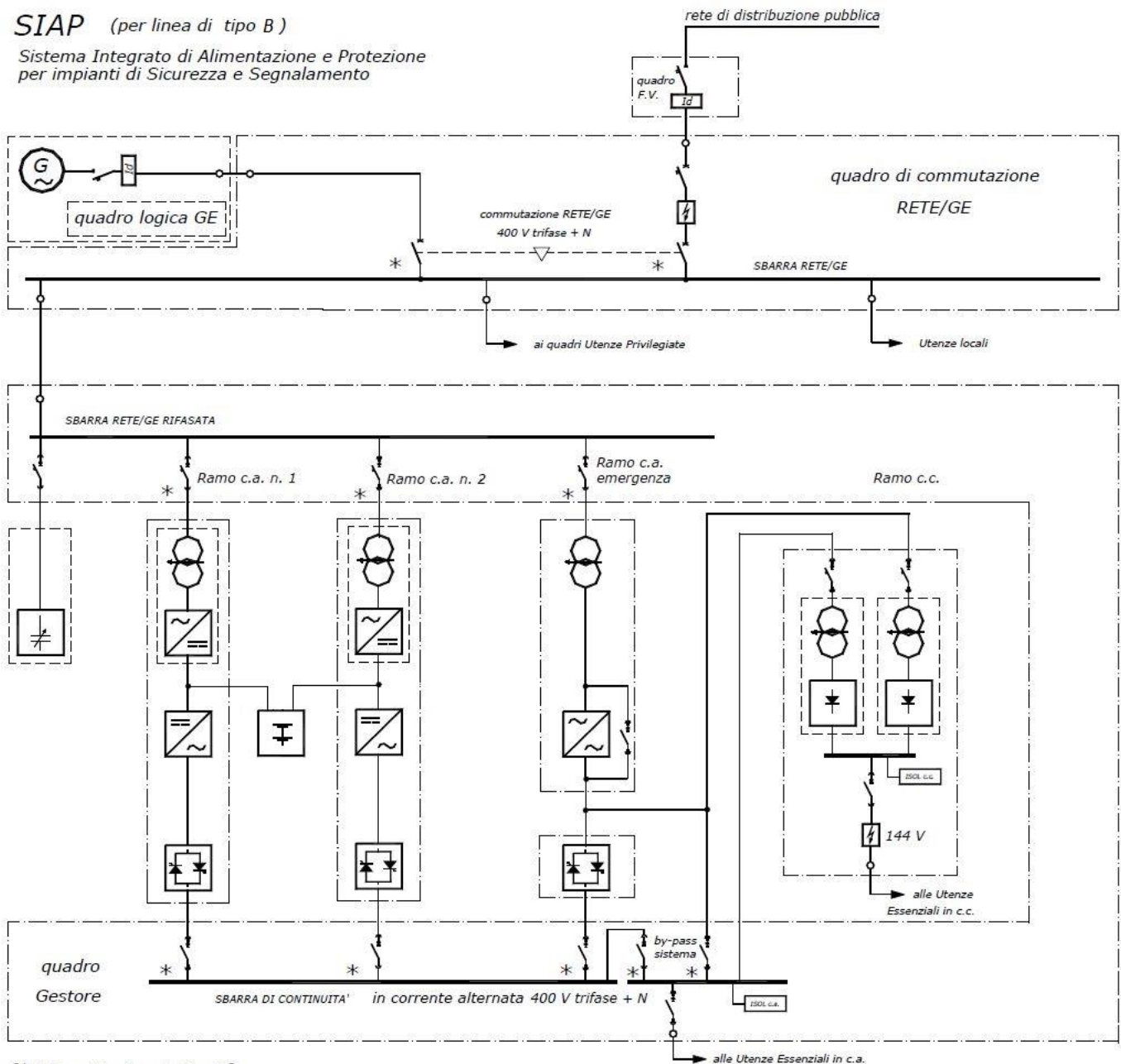
Ogni SIAP avrà la seguente suddivisione:

- Ramo c.a. n. 1 e n. 2
  - Sezione raddrizzatore
  - Sezione inverter
  - Interruttore statico
- Ramo c.a. emergenza:
  - Trasformatore di separazione (a specifica IS 365)
  - Sezione stabilizzatore
  - Interruttore statico
- Opzionale Ramo c.c. a 144 V (non richiesto in alcuni apparati IS)
- Opzionale Ramo c.c. a 48 V (sbarra di continuità di potenza per apparati IS con alimentazione in continua):
  - Gruppi trasformatore – raddrizzatore
  - Quadro di parallelo
- N. 1 batterie di accumulatori
- Sezione rifasamento
- Quadro gestore:
  - Organi di sezionamento e protezione
  - Diagnostica di sistema

- Gruppo elettrogeno:
  - Motore diesel
  - Alternatore
  - Quadro logica GE
- Quadro di commutazione Rete/GE.

**SIAP** (per linea di tipo B)

Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione per impianti di Sicurezza e Segnalamento

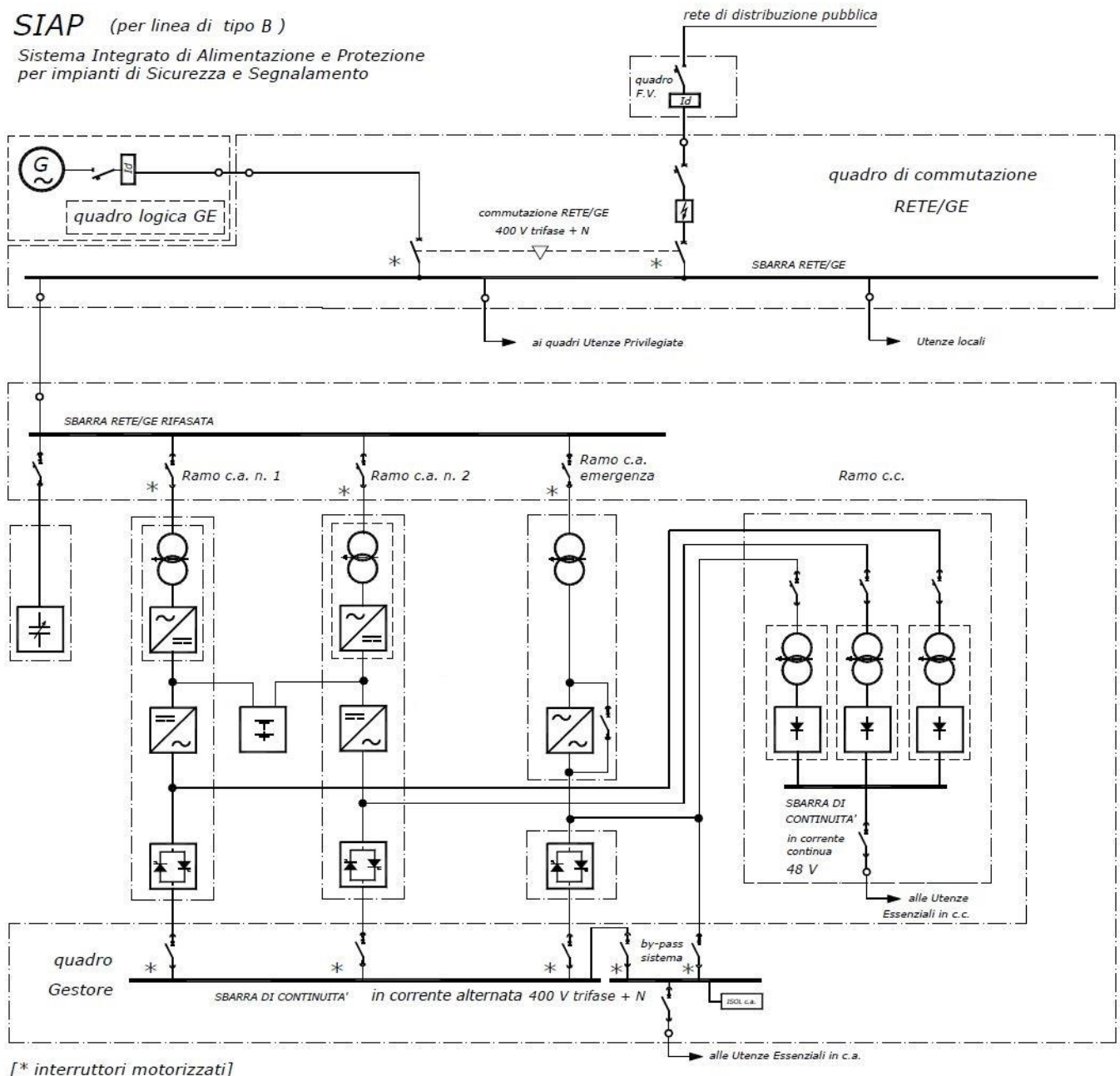


[\* interruttori motorizzati]

Figura 11 – Schema a blocchi SIAP per linee di tipo B con ramo c.c. a 144 V

**SIAP** (per linea di tipo B)

Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione per impianti di Sicurezza e Segnalamento



[\* interruttori motorizzati]

Figura 12 – Schema a blocchi SIAP per linee di tipo B con ramo c.c. a 48 V

Il Gruppo elettrogeno sarà generalmente in versione da interno, installato su idoneo basamento in calcestruzzo, e dotato di serbatoio di servizio interrato a doppia parete.

La distribuzione alle utenze a valle avverrà mediante opportuni quadri elettrici, distinti per ciascuna sezione (privilegiata, ovvero alimentata da rete/GE; essenziale, ovvero alimentata in continuità no-break).

POTENZE NOMINALI DEI MODULI BASE				DATI DI PROGETTO			
SISTEMA INTEGRATO (Uscita trifase 400 V + N)	RAMI CORRENTE ALTERNATA	SEZIONE RIFASAMENTO	GRUPPO ELETTROGENO	CAPACITA' BATTERIA	Elementi batteria	Corrente massima raddrizzatore	Rendimento singolo ramo raddr./inv.
(kVA)	(kVA)	(kVAR)	(kVA)	(Ah)	N.	(A)	( $\eta$ )
10	10	15	15	50	120	55	$\geq 80$
15	15	22	25	75	120	80	$\geq 80$
20	20	30	30	100	120	110	$\geq 80$
30	30	44	50	150	120	160	$\geq 80$
40	40	57	60	200	120	200	$\geq 80$
50	50	69	75	250	120	250	$\geq 85$
60	60	84	100	300	120	290	$\geq 85$
75	75	106	120	400	120	380	$\geq 85$
100	100	137	150	500	120	500	$\geq 85$
140	140	193	200	580	156	540	$\geq 85$
180	180	252	270	800	156	700	$\geq 85$
225	225	308	340	1000	156	850	$\geq 88$
300	300	395	450	1160	156	1100	$\geq 88$
360	360	492	550	1600	156	1360	$\geq 88$

**TABELLA 1: SIAP – Potenze nominali dei moduli base in c.a.**

MODULI BASE RAMO CORRENTE CONTINUA		Note	
Tensione nominale (V)	Potenza nominale (kW)		
<i>E' richiesto per l'alimentazione delle casse di manovra per deviatori e passaggi a livello</i> <b>144</b>	<b>5</b>	Il modulo è abbinato ai Sistemi Integrati da 10, 15 e 20 kVA	Nel dimensionare il SIAP, la potenza del ramo c.c. non deve essere sommata a quella necessaria alle utenze in c.a., perché è saltuaria (richiesta solo nel momento delle manovre).
	<b>10</b>	Il modulo è abbinato a tutte le altre potenze del SIAP.	
<i>E' richiesto per l'alimentazione della sbarra di continuità di potenza in corrente continua di apparati statici</i> <b>48</b>	<b>10</b>	Il modulo va abbinato ad un SIAP di potenza superiore, tenendo presente che la potenza disponibile sulla sbarra di continuità in c.a. è data dalla differenza tra la potenza nominale del SIAP e quella continuativa richiesta dalle utenze dell'apparato alimentate dal ramo c.c..	
	<b>20</b>		
	<b>30</b>		
	<b>40</b>		

**TABELLA 2: SIAP – Potenze nominali dei moduli base ramo c.c.**

## 6.7 Impianto Fotovoltaico

A completamento delle opere sopra riportate, è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico da installare sulla copertura dei Fabbricati Viaggiatori delle seguenti stazioni:

- Fermata di Pietra Ligure (LF02);
- Fermata di Borghetto (LF03);
- Stazione di Albenga (LF04).

Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico dovrà essere eseguito in modo tale da garantire la taglia minima indicata nell' Articolo 11 comma 1 (Allegato 3) del Decreto Legislativo 28/2011 il quale afferma che, nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, deve essere almeno pari al valore calcolato con la seguente formula:

$$P = \frac{1}{K} \cdot S \text{ [kW]}$$

Dove:

- S è la superficie in pianta dell'edificio a livello di piano terreno [m<sup>2</sup>];
- K è un coefficiente [m<sup>2</sup>/kW] che, in caso di richiesta del titolo edilizio dopo il 1/01/2017, assume un valore pari a 50; il coefficiente dovrà essere incrementato del 10% per edifici pubblici, secondo quanto indicato nel punto 6 del suddetto comma.

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico dovrà, inoltre, essere effettuato tenendo conto dei seguenti fattori:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico
- disponibilità della fonte solare
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo)

### 6.7.1 Interfacciamento con la rete

L'impianto fotovoltaico produrrà energia che sarà in buona parte utilizzata per soddisfare le esigenze delle utenze esistenti (autoconsumo in loco) e in piccola parte ceduta alla rete elettrica nazionale.

L'impianto FV non potrà mai funzionare in isola; pertanto, a seguito del manifestarsi di un fuori servizio della rete dell'Ente distributore vi sarà l'intervento delle protezioni dell'impianto in maniera da isolarlo dalla rete.

Il generatore FV sarà connesso, tramite un quadro dedicato, alle sbarre del quadro generale BT, e quindi alla rete MT dell'ente distributore tramite la cabina MT/BT. In tale configurazione l'inverter dovrà erogare energia a tensione trifase alternata a 400 V, con frequenza 50 Hz, nei limiti di fluttuazione previsti dalle vigenti norme tecniche. Il collegamento con la rete di distribuzione dovrà essere conforme a quanto specificato nelle norme CEI 0-21 e CEI 82-25.

Al fine di misurare l'energia consumata dall'impianto e quella immessa in rete dovrà essere installato dall'Ente distributore un contatore Bidirezionale all'interno del locale Misure della Cabina MT/BT.

La misura dell'energia prodotta dall'impianto sarà invece possibile mediante un contatore posto immediatamente a valle dell'interruttore generale di bassa tensione del generatore FV.

### 6.7.2 Descrizione generale dei componenti

L'impianto fotovoltaico sarà composto dai seguenti componenti principali:

- Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino;
- Struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici mediante telaio in alluminio e sistema di fissaggio;
- Dispositivo di conversione DC/AC (Inverter).

#### 6.7.2.1 Moduli fotovoltaici

I moduli impiegati saranno tipicamente, in silicio monocristallino, con celle in serie, incapsulate tra un vetro antiriflesso temprato, e due strati di materiali polimerici (EVA) e di Tedlar, impermeabili agli agenti atmosferici e stabili alle radiazioni UV. La struttura del modulo fotovoltaico sarà completata da una cornice in alluminio anodizzato provvista di fori di fissaggio. Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di n°1 scatola di giunzione a tenuta stagna IP65 contenente 3 diodi di bypass e tutti i terminali elettrici ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi. Le caratteristiche costruttive e funzionali dei pannelli sono rispondenti alle Normative CE, e i pannelli stessi sono qualificati secondo le specifiche IEC 61215 e certificati dal TUV alla classe II.



#### 6.7.2.2 Strutture di sostegno

La struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà realizzata mediante telaio di alluminio. I pannelli fotovoltaici sono agganciati sul supporto mediante graffa terminale e/o centrale attraverso viti avvitare nella boccola annegata nel getto di supporto.

#### 6.7.2.3 Dispositivo per la conversione DC/AC (inverter)

Il gruppo di conversione dell'impianto fotovoltaico in oggetto è costituito da n° 1 inverter.

L'inverter sarà costituito da:

- Un ponte di conversione DC/AC;
- Un insieme di dispositivi di protezione contro i guasti interni lato DC (quali per esempio fusibili di protezione di ciascuna stringa, sezionatore di canale, ecc.) e scaricatore di sovratensione;
- Da filtri che rendono il gruppo idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete elettrica in corrente alternata in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

Se gli organi di sezionamento e protezione non sono forniti con gli inverter devono essere previsti in quadri appositi. I sezionatori lato DC devono essere di tipo adatto per correnti continue (DC21B) e completi di bobina di sgancio a lancio di corrente come prescritto dalla circolare 1324-2012 dei VVF.

#### 6.7.2.4 Cavi e cablaggi

Per il collegamento in serie dei vari moduli costituenti l'impianto fotovoltaico dovrà essere utilizzato il cavo di tipo H1Z2Z2-K (designazione secondo il Regolamento dei Prodotti da Costruzione CPR, euroclasse Eca) avente tensione nominale  $U_0/U = 1/1$  kV. Tale cavo risulta essere composto da una anima in rame stagnato e un isolamento in miscela reticolata LS0H, non propagante la fiamma (CEI EN 60332-1-2), a bassa emissione dei fumi e gas tossici (CEI EN 50525) e resistenti ai raggi UV (CEI EN 50289-4-17). Esso è adatto per installazione sia all'esterno che all'interno, senza necessaria protezione entro tubazioni in vista o incassate, o sistemi chiusi similari.

Per il collegamento degli inverter al quadro QFV verrà invece utilizzato il cavo FG16(O)M16 (designazione secondo il Regolamento dei Prodotti da Costruzione CPR, euroclasse Cca - s1b, d1, a1), a ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e con assenza di gas corrosivi secondo le norme CEI 20-13 e CEI 20-38, tensione nominale  $U_0/U = 0,6/1$  kV, isolamento in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 e guaina LS0H di qualità M16.

Per l'equipotenzializzazione delle masse metalliche invece, dovrà essere utilizzato il cavo FG17 (designazione secondo il Regolamento Prodotti da Costruzione CPR, euroclasse Cca - s1b, d1, a1) a ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e con assenza di gas corrosivi secondo la norma CEI 20-38, tensione nominale  $U_0/U = 450/750V$ , isolamento in gomma EPR ad alto modulo qualità G17. Tale cavo dovrà essere utilizzato per i collegamenti equipotenziali di terra e come conduttore di protezione PE (colore G/V).

## **6.8 Impianto illuminazione nuove viabilità**

All'interno delle opere previste per la linea ferroviaria in oggetto saranno realizzate nuove viabilità per le quali sarà necessario prevedere un impianto di illuminazione stradale, alimentato da utenze in bassa tensione ENEL.

Sostanzialmente l'impianto è costituito dalle seguenti parti:

- Alimentazione da ente distributore;
- Cavidotti e pozzetti;
- Cavi di alimentazione;
- Pali in acciaio zincato, armature di tipo stradale con lampade LED e morsettiere di derivazione.

### **6.8.1 Alimentazione da ente distributore**

L'alimentazione delle aree verrà effettuata direttamente in bassa tensione dall'Ente distributore competente per territorio. La consegna avverrà a confine complesso presso pubblica via. L'ubicazione del punto di consegna dovrà essere concordata con l'ente distributore in fase di costruzione.

In prossimità del contatore energia verrà installato un armadio di tipo stradale in vetroresina completo di piedistallo, telaio di fissaggio con setti per passaggio cavi, portella di chiusura con serratura.

Da tale armadio partiranno i cavi di alimentazione delle linee di illuminazione dell'impianto di illuminazione stradale.

### **6.8.2 Cavidotti**

I cavi in partenza dall'armadio illuminazione stradale correranno all'interno di appositi cavidotti in PVC pesante di tipo flessibile posati all'interno di scavi a sezione obbligata a profondità richiesta dalle norme di riferimento. Ad ogni slineamento o curva brusca del cavidotto sarà installato un pozzetto rompi tratta, in cls con chiusino carrabile in ghisa.

### **6.8.3 Pali di sostegno**

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.

È previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR- UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85.

I pali saranno completi di asola passaggio cavi e finestra morsettiera di derivazione.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari".

#### **6.8.4 Linee di alimentazione e derivazione**

I cavi in partenza dal quadro viabilità, posati nelle tubazioni sopra descritte, saranno bipolare con idonea sezione del conduttore e saranno del tipo FG16OM16 0.6-1kV.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa.

#### **6.8.5 Cassette di derivazione da palo**

La derivazione agli apparecchi di illuminazione sarà realizzata con idonea morsettiera da palo. La morsettiera sarà dotata di portafusibili per la protezione della derivazione alla lampada. Grado di protezione della cassette deve essere almeno IP43, il grado di protezione del coperchio deve essere IP54.

#### **6.8.6 Corpi illuminanti**

Le armature saranno del tipo stradale idonee alla zona 1 (inquinamento luminoso), classe di isolamento II e dovranno essere dotate di lampada LED. Il grado di protezione del vano apparecchi dovrà essere almeno IP43 mentre quello della lampada IP66.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla legge regionale 29 maggio 2007 n. 22 della regione Liguria.

### **6.9 Impianto RED**

Il sistema di riscaldamento elettrico deviatoi (RED), così come riferito nelle Specifiche Tecniche:

- **RFI DPR DIT STC IFS LF 628 A ed. 2013** – Impianto di riscaldamento elettrico deviatoi con cavi scaldanti autoregolanti 24 Vca;
- **RFI DTC ST E SP IFS LF 629 A ed. 2016** – Armadio di piazzale per alimentazione resistenze autoregolanti, per impianti di riscaldamento elettrico deviatoi;

- **RFI DPR DIT STF IFS LF 630 A** – Cavo autoregolante per riscaldamento elettrico deviatoi e dispositivi di fissaggio e Foglio integrativo allegato alla nota **RFI-DTC.ST.EVA0011\PI\2017\0000018 del 27.01.2017**;

sarà costituito da un quadro di gestione QdS, da un quadro di potenza QRED, dagli Armadi di Piazzale, dai cavi riscaldanti e dalle dorsali di alimentazione in cavo trifase tipo FG16OM16 - 0,6/1 kV.

Gli elementi costitutivi il sistema RED ubicati all'esterno sono rappresentati dagli armadi di piazzale con all'interno i trasformatori riduttori 400V/24V e cavi autoregolanti fissati a mezzo di clips su aghi e contraghi del deviatoio in questione.

Detti cavi autoregolanti sono strutturalmente formati da due conduttori paralleli in rame separati da un polimero semiconduttore contenente in opportuna concentrazione dei cristalli di grafite. Questo polimero costituisce l'elemento scaldante dell'impianto in quanto, alimentato a 24V, permette di dissipare energia sotto forma di calore in funzione della temperatura esterna. I cristalli di grafite presenti al suo interno subiscono dilatazioni termiche variabili con la temperatura esterna variando contemporaneamente la conducibilità dell'elemento scaldante e dunque regolando la dissipazione di energia.

Una centralina, posta nel quadro elettrico QdS, riceve informazioni sulle condizioni atmosferiche del piazzale. Questa poi comanda in automatico in funzione delle condizioni atmosferiche i contattori presenti sul QRED che alimentano l'intero impianto.

I cavi autoregolanti hanno la prerogativa di richiamare ingenti correnti allo spunto, dunque, oltre ad aver sovradimensionato le dorsali d'alimentazione di ogni trasformatore 400V/24V, l'inserzione di ognuno di questi viene temporizzata e scalata opportunamente con ritardi multipli di 60 sec tramite PLC. In questo modo viene evitato un intervento intempestivo della protezione generale del quadro aumentando di conseguenza l'affidabilità del sistema. I trasformatori usati a questo scopo devono avere le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale: 8 kVA o 10 kVA;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione primario: 400 V c.a. trifase;
- Prese intermedie sul primario per tensioni 360 V e 380 V;
- Tensione secondario: 3 uscite a 24V c.a. monofase;
- Tensione di corto circuito: 4%;
- Raffreddamento: ANAN in armadio di contenimento con grado di protezione IP44;
- Temperatura ambiente -30°C / +40°C.

Tali trasformatori dovranno essere contenuti in appositi armadi in vetroresina e posati su apposita base in calcestruzzo di dimensioni idonee (cm 60x60x20 circa).

Allo scopo di ottimizzare la gestione del sistema e contenere i consumi energetici, l'inserzione e disinserzione dell'impianto sarà resa automatica attraverso l'installazione di un dispositivo di rilevamento delle condizioni atmosferiche denominato "snow detector" e l'installazione di un sistema di telecontrollo degli impianti di riscaldamento deviatore costituito principalmente da:

- Modulo Acquisizione Dati, da installare all'interno o in prossimità dell'armadio di piazzale di ciascun RED, necessario per verificare con appositi dispositivi di misurazione in corrente, il funzionamento di ogni singola resistenza installata sul deviatore; tale modulo dovrà essere in grado di comunicare al Concentratore le informazioni raccolte;
- Un Concentratore (completo di relativo alimentatore) da installare nel quadro di alimentazione QRED, in grado di ricevere e gestire le informazioni trasmesse dai MAD;
- Una CPU per il sistema di supervisione e controllo di gestione delle alimentazioni dei vari circuiti di riscaldamento deviatore da installare nel quadro di alimentazione QRED;
- Un Registratore di Eventi RDE;
- Un Modem per scambiare le informazioni con un eventuale quadro di controllo per la telegestione del sistema da installare nel quadro di alimentazione QRED.
- Sistema di supervisione composto da:
  - a) Server completo di modulo per la comunicazione e software per sistema di supervisione e controllo per impianto RED;
  - b) Modem per scambiare le informazioni con i quadri di alimentazione impianti RED (uno per ogni linea);
  - c) Accessori e quanto altro per rendere funzionante il sistema di supervisione dell'impianto RED ad esclusione solamente del supporto trasmissivo.

## 7 PREDISPOSIZIONE PER DOTE

Le cabine di MT/BT saranno dotate di armadio per sistema di telegestione ed il comando e controllo da parte del DOTE.

I sottosistemi relativi al DOTE sono:

- sottosistema di acquisizione e comando: realizza la funzione di acquisizione dal campo dei segnali digitali e delle misure per la loro preelaborazione e trasmissione alle unità elaborative di livello superiore, oltre alla ricezione degli ordini di effettuazione dei comandi da parte di questo ed alla loro esecuzione pilotando i relé attuatori; esegue anche alcune automazioni a livello di singolo stallo;
- sottosistema di telecomando remoto della cabina dal posto centrale, che viene denominato DOTE secondo la convenzione RFI, è il sistema a livello compartimentale preposto al controllo della rete elettrica: la cabina è infatti interfacciata direttamente a tale posto centrale mediante il protocollo IEC 60870.5.101.

Per ogni cabina è previsto una Unità Periferica di Controllo e Automazione.

### 7.1 Sintesi dell'architettura e delle funzionalità della cabina MT/BT

In estrema sintesi, la cabina è composta da:

- un apparato di telecontrollo, denominato Unità Periferica di Controllo (UPC) che da un lato raccoglie le informazioni di campo e dall'altro colloquia con il DOTE; tale colloquio è bidirezionale, nel senso che l'apparato di telecontrollo invia segnali e misure al DOTE e riceve da questi i comandi da dispatchare al campo.
- rete ed apparati di comunicazione.

Sempre in estrema sintesi, il sistema descritto adempie alle funzioni di seguito elencate:

- automazione: l'apparato di telecontrollo UPC installato nelle cabine, svolgerà le funzioni di acquisizione dati e di automazione locale, in accordo con le specifiche e le normative più recenti ed in ossequio alle normative di immunità ai disturbi e di compatibilità elettromagnetica richiesti in impianti di questo tipo.
- supervisione e comando locale: l'apparato di telecontrollo UPC permetterà la supervisione ed il comando del campo collegato.
- telecomando remoto da DOTE: l'apparato di telecontrollo UPC renderà possibile il comando e la supervisione della cabina a distanza: infatti esso comunica con il sistema DOTE per mezzo di un supporto trasmissivo RFI utilizzando il protocollo presente sulla linea di interrogazione ove è posto, in questo caso IEC 60870-5-101 ove possono essere attestati altri apparati di teleoperazione di tipo tradizionale.

## 8 PREDISPOSIZIONE IMPIANTI LFM PER SISTEMA SEM

Saranno oggetto di telegestione tramite la piattaforma SEM, i seguenti impianti LFM di stazione:

- Misuratori energia elettrica (LFM)
- Impianto di illuminazione (LFM)
- Pompe di sollevamento acque meteoriche
- Impianti ascensori e scale mobili
- Cancelli e porte automatiche controllo accessi
- Tornelli antintrusione
- UPS (LFM)
- HVAC e controllo temperatura

Gli impianti LFM, sottesi alle categorie sopra elencate, saranno predisposti di apparecchiature rispondenti alla specifica RFI DPRMA 008 11 "Telegestione impianti civili di stazione con la piattaforma SEM".

Non fa parte dell'impiantistica LFM, tutto il sistema di telegestione impianti SEM (hardware, software e configurazione sistema), e i relativi collegamenti fisici a detto sistema.

Tali apparecchiature dovranno essere in grado di comunicare in modalità bidirezionale con la piattaforma SEM, tramite il protocollo di comunicazione richiesto dalla specifica e cioè l'MQTT. In particolare, per gli impianti LFM dovranno essere previste le seguenti apparecchiature e relative funzionalità applicative.

### 8.1 MISURATORI ENERGIA ELETTRICA

Subito a valle dei punti di consegna o dei punti di alimentazione di impianto (trasformatori,



Gruppi elettrogeni, UPS, ecc,) e nelle diverse parti di impianto saranno installati misuratori di energia che dovranno avere due livelli di funzionalità: monitoraggio e diagnostica; telecontrollo. (vedi cap. II.1 specifica SEM).

## **8.2 IMPIANTO ILLUMINAZIONE**

Gli impianti di illuminazione, ed in particolare i corpi illuminati utilizzati per illuminazione fabbricati, marciapiedi, banchine e sottopassi, dovranno essere dotate di sistema di controllo che può essere di tipo analogico 1-10V, oppure dovranno essere dotati di modulo MAD-ILL e rispondere completamente alla specifica RFI DTC ST E SP IFS LF 627 “Sistema di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze”.

Nelle stazioni sarà installato quindi un Quadro di Stazione (QdS), in grado di gestire tramite sistema onde convogliate, i diversi MAD-ILL e apparecchiature analogiche presenti nella stazione.

Le dotazioni impiantistiche per gli impianti di illuminazione dovranno rispondere al cap. III.2 della specifica SEM.

## **8.3 UPS (LFM)**

Gli UPS impiegati nelle stazioni dovranno essere dotati di sistemi di monitoraggio e diagnostica dei parametri elettrici in ingresso e uscita. Per far questo ogni ups sarà dotato di centralina interfaccia con a disposizione collegamento seriale per il sistema di controllo

Le dotazioni impiantistiche per gli ups dovranno rispondere al cap. IX.2 della specifica SEM.