



Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH LF0000 C01

Rev.  
A

Foglio  
2 di 21

## INDICE

1.	GENERALITÀ.....	3
2.	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	3
3.	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	3
4.	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	4
4.1.	LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI.....	4
4.2.	NORME CEI.....	4
4.1.	NORME UNI .....	5
5.	CRITERI BASE DI PROGETTO.....	6
6.	OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE LUCE E FORZA MOTRICE.....	6
7.	ANALISI DEI CARICHI ELETTRICI .....	8
8.	TRASFORMATORI DI POTENZA .....	9
9.	QUADRO DI MEDIA TENSIONE.....	10
10.	IMPIANTO DI TERRA DI CABINA .....	11
11.	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE IN CONTINUITÀ (UPS).....	12
12.	QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE.....	13
13.	ILLUMINAZIONE DELL'IMPALCATO .....	14
14.	ILLUMINAZIONE DEL VIADOTTO STRADALE E RAMPA A7 .....	15
15.	ILLUMINAZIONE SCENOGRAFICA DEL VIA DOTTO .....	15
16.	ILLUMINAZIONE DEL FABBRICATO TECNOLOGICO.....	16
16.1.	ILLUMINAZIONE INTERNA.....	16
16.2.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA PERIMETRALE DEL FABBRICATO.....	16
17.	ILLUMINAZIONE OSTACOLO AL VOLO.....	17
18.	IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	17
19.	DISTRIBUZIONE ELETTRICA ALL'INTERNO DELL'IMPALCATO .....	18
20.	DISTRIBUZIONE ELETTRICA A LIVELLO STRADALE.....	19
21.	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE .....	19
22.	IMPIANTO DI PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	20

Contraente 		Progettista 			
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 3 di 21

## 1. GENERALITÀ

Nell'ambito dell'intervento di costruzione del Viadotto Polcevera è stata prevista la realizzazione di un sistema che fornisca alimentazione a tutte le apparecchiature elettriche a servizio della nuova infrastruttura. Tale sistema è denominato nel seguito Luce e Forza Motrice (LFM).

Inoltre al sistema LFM è attribuita la definizione dell'illuminazione stradale, dell'illuminazione architettonica e delle zone di progetto che si trovano al chiuso quali il fabbricato tecnologico e l'interno dell'impalcato del viadotto.

## 2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere il progetto esecutivo di prima fase Luce e Forza Motrice del Viadotto Polcevera, illustrando tutte le parti di progetto specificamente rappresentate sugli elaborati LFM (elencati nel successivo paragrafo 3).

## 3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito gli elaborati di riferimento del progetto esecutivo di prima fase Luce e Forza Motrice

CODIFICA/ARGOMENTO	TITOLO ELABORATO
<b>GENERALI</b>	
NGI200E18RHLF0000C01A	Relazione generale LFM
NGI200E18WZLF0000C01A	Sezioni d'impianto
<b>CABINA ELETTRICA MI/BT</b>	
NGI200E18PBLF0001C01A	Layout apparecchiature fabbricato
NGI200E18DXLF0001C01A	Schemi elettrici
<b>ALIMENTAZIONE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA INTERNO PONTE</b>	
NGI200E18PZLF0000C01A	Planimetria distribuzione elettrica impalcato
<b>ALIMENTAZIONE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA ESTERNO PONTE</b>	
NGI200E18P8LF0000C02A	Planimetrie distribuzione elettrica esterna
<b>ILLUMINAZIONE INTERNO PONTE</b>	
NGI200E18PZLF0000C02A	Planimetrie illuminazione impalcato
<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b>	
NGI200E18PZLF000XC01A	Planimetrie con disposizione moduli e stringhe – Lato Nord
NGI200E18PZLF000XC02A	Planimetrie con disposizione moduli e stringhe – Lato Sud
NGI200E18RHLF000XC01A	Relazione tecnica impianto fotovoltaico
NGI200E18DXLF000XC01A	Schemi elettrici
NGI200E18DXLF000XC02A	Schemi a blocchi

**Tabella 3– Elaborati di riferimento LFM**

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
4 di 21

#### 4. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato Italiano;
- Regolamenti del Parlamento Europeo;
- Normative CEI, UNI.

##### 4.1. Leggi, Decreti e Circolari

- D.lgs. 9 Aprile 2008 n.81: Testo unico sulla Salute e Sicurezza sul lavoro;
- DM n. 37 del 22.1.2008: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- L. 1/3/1968, n. 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Decreto legislativo 16 giugno 2017 n.106: Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE;
- Legge regionale 29 Maggio 2007: Norme in materia di energia – Titolo III: Disposizioni per il contenimento dell'inquinamento luminoso e il risparmio energetico;
- Regolamento (UE) del Parlamento Europeo e del consiglio 305/2011.

##### 4.2. Norme CEI

- Norma CEI 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 0-16 – Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 61936 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua;
- CEI EN 50522: (CEI 99-3) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo;
- CEI EN 61439 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 61386 – Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche;
- CEI 20-22: Prove di incendio su cavi elettrici – Parte 2: Prova di non propagazione di incendio;

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
5 di 21

- CEI EN 60332: Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni di incendio;
- CEI 20-36: Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito;
- CEI EN 50267-1: Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;
- CEI 20-38: Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV;
- CEI 20-45: Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale U0/U non superiore a 0,6/1 kV;
- Norma CEI EN 50575: requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione, metodi di prova e valutazione dei cavi elettrici e in fibra ottica;
- CEI EN 60598-1: Apparecchi d'illuminazione: prescrizioni generali e prove;
- CEI 60598-2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza
- Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI EN 60076-11 (CEI 14-32) - Trasformatori di potenza. Parte 11: Trasformatori di tipo a secco;
- CEI EN 61869-1: Trasformatori di misura Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61869-2: Trasformatori di misura Parte 2: Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente;
- CEI EN 61869-3: Trasformatori di misura Parte 2: Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione;
- CEI EN 60947-2: Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici;
- CEI EN 60947-3: Apparecchiature a bassa tensione - Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili;
- CEI EN 60898-1: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 62305: Protezione contro i fulmini;

#### 4.1. Norme UNI

- UNI EN 12464-1: Illuminazione di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni;
- UNI 11248: Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2: Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche.

Contraente 		Progettista 			
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 6 di 21

## 5. CRITERI BASE DI PROGETTO

Considerata la specifica funzione di pubblica utilità degli impianti elettrici del progetto esecutivo in questione, gli stessi verranno progettati con le seguenti principali caratteristiche:

elevato livello di affidabilità: sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni ottenuto tramite l'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca;

manutenibilità: dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza, continuando ad alimentare le diverse utenze. I tempi di individuazione dei guasti o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle parti di scorta, debbono essere ridotti al minimo. A tale scopo saranno adottati i seguenti provvedimenti: collocazione, per quanto possibile, delle apparecchiature in locali protetti (tipicamente i manufatti BT); facile accesso per ispezione e manutenzione alle varie apparecchiature, garantendo adeguate distanze di rispetto tra di esse e tra queste ed altri elementi;

flessibilità degli impianti: consentire l'ampliamento dei quadri elettrici prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza; predisporre gli impianti previsti nel presente intervento per una loro gestione tramite un sistema di controllo e comando remoto.

selettività di impianto: l'architettura delle reti adottata dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio, in caso di guasto, venga ridotta al minimo. Nel caso specifico, il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione, per quanto possibile, tra loro coordinati (selettività), sia tramite un adeguato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche;

sicurezza degli impianti: sia contro i pericoli derivanti a persone o cose dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica.

## 6. OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE LUCE E FORZA MOTRICE

L'oggetto della progettazione elettrica del Viadotto Polcevera è composto principalmente dalle seguenti parti:

- Cabina elettrica di adduzione dell'energia e trasformazione
- Quadro elettrico di Media Tensione
- Trasformatori di potenza
- Quadri elettrici di bassa tensione di cabina
- Alimentazione elettrica degli impianti di sollevamento acque
- Distribuzione elettrica
- Predisposizione dell'alimentazione degli impianti speciali
- Impianto di terra

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
7 di 21

- Impianto di protezione dalle scariche atmosferiche
- Impianto di generazione Fotovoltaico e di accumulo dell'energia
- Impianto d'illuminazione stradale
- Impianto d'illuminazione normale e di emergenza dell'interno dell'impalcato
- Impianto Luce e Forza Motrice del fabbricato tecnologico
- Impianto di illuminazione ostacolo al volo

Contraente 		Progettista 		
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A
				Foglio 8 di 21

## 7. ANALISI DEI CARICHI ELETTRICI

Il punto di partenza del dimensionamento di un sistema elettrico di alimentazione è l'analisi dei carichi elettrici da alimentare. L'analisi restituisce il valore della potenza totale da alimentare che a sua volta è il parametro di ingresso per il dimensionamento dei trasformatori di potenza, del quadro di Media Tensione e del quadro di Bassa Tensione.

DESCRIZIONE UTENZA	POTENZA UNITARIA (kW)	NUMERO APPARECCHI	Kc	TOTALE PARZIALE (kW)
Apparato per deumidificazione impalcato	40	7	1	280
Illuminazione autostrada	0,5	23	1	11,5
Illuminazione rampa A7	0,2	8	1	1,6
Illuminazione architettonica	0,006	2935	1	17,6
Illuminazione interno dell'impalcato**	0,025	800	1	20
Illuminazione ostacolo al volo*	0,2	23	1	4,6
Forza motrice interno dell'impalcato	3,3	22	0,09	6,5
Ausiliari di cabina elettrica*	5	1	1	5
Illuminazione** e Forza motrice Cabina Elettrica	12	1	0,5	6
Condizionamento locali cabina elettrica	3	4	0,5	6
Estrazione calore ventilazione	0,6	8	0,5	1,8
Impianti di supervisione e controllo*	4	1	1	4
Impianti antintrusione*	1	1	1	1
Impianti di rilevazione incendi*	1	1	1	1
TVCC*	2	1	1	2
Sistema di automazione e diagnostica illuminazione	2	1	1	2
Impianto di sollevamento acque levante	30	1	1	30
Interruttori di riserva per altri impianti	20	1	1	20
<b>TOTALE</b>				<b>≈ 421</b>

**Tabella 2 – Analisi dei carichi elettrici**

\* 100% alimentato da sistema di continuità

\*\* 50% alimentato da sistema di continuità

Contraente 		Progettista 			
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 9 di 21

## 8. TRASFORMATORI DI POTENZA

Come si evince dai calcoli effettuati al paragrafo 7, la potenza totale contemporanea richiesta dagli utilizzatori è pari a circa 421kW. L'entità della potenza elettrica richiesta è tale da rendere necessaria una connessione di energia in media tensione con il distributore di energia elettrica.

Dato che i trasformatori hanno il massimo rendimento a circa il 75% della loro potenza nominale, e dovendo considerare comunque una potenza di riserva per eventuali espansioni successive dell'impianto, la taglia scelta per i trasformatori è pari a 630 kVA.

La tensione normalizzata di media tensione presente sul territorio è pari a 15 kV, quindi saranno previsti trasformatori 15/0,4 kV.

Al fine di garantire la continuità di servizio saranno previsti due trasformatori, uno di riserva all'altro. In caso di malfunzionamento o rottura di una macchina, l'alimentazione sarà commutata automaticamente sul secondo trasformatore. Il trasformatore di riserva sarà comunque tenuto in servizio a vuoto per evidenziare eventuali malfunzionamenti. Al fine di contenere le perdite a vuoto e a carico si scelgono trasformatori a bassissime perdite, conformi al 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.

### TRASFORMATORI 15/0,4kV

- Tensione primaria (V1): 15 kV  $\pm 2 \times 2.5\%$
- Tensione secondaria (V2): 0.40/0.23 kV
- Potenza nominale: 800 kVA
- Tensione di corto circuito: 6%
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione massima primario (V1): 24 kV
- Tensione di tenuta a imp. Atmosferico primario(V1): 125 kV
- Tensione di tenuta a freq. industriale Primario (V1): 50 kV
- Raffreddamento: AN
- Isolamento: Resina epossidica
- Classe ambientale, climatica e resistenza al fuoco: E2 C2 F1
- Gruppo Vettoriale: DYn11

Per i valori delle perdite a vuoto ed in cortocircuito massimi che i trasformatori dovranno rispettare, si faccia riferimento alla norma CEI EN 50588-1: Trasformatori di media potenza a 50 Hz, con tensione massima per l'apparecchiatura non

Contraente 		Progettista 			
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 10 di 21

superiore a 36 kV Parte 1: Prescrizioni generali. Le perdite nel ferro e nel rame dovranno essere non superiori ai livelli A0Bk.

## 9. QUADRO DI MEDIA TENSIONE

Il quadro di media tensione sarà costituito da celle modulari prefabbricate in carpenteria metallica. A partire dal punto di interfaccia tra l'ente distributore e l'impianto d'utente, il quadro sarà costituito dalle seguenti unità:

- Arrivo/partenza linea (secondo CEI 0-16)
- Scomparto misure
- Scomparto di protezione trasformatore 1
- Scomparto di protezione trasformatore 2
- Scomparto scaricatore di sovratensione

Lo scomparto tipo sarà costituito, a partire dalla sbarra omnibus superiore segregata, dai seguenti componenti principali: sezionatore contro sbarra a tre posizioni isolato in SF6, interruttore (o fusibile ove previsto) isolato in SF6 o vuoto rimovibile su carrello, lama di terra verso linea in uscita, trasformatori di misura in resina epossidica.

Lo schema del quadro di Media Tensione è rappresentato sull'elaborato: Cabina elettrica MT/BT-Schemi Elettrici G1200E18DXLF0001C01A

Il quadro sarà composto da unità modulari aventi le seguenti dimensioni di ingombro massime:

- larghezza: 375/750 mm
- profondità: 1190 mm
- altezza: 2200 mm

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- anteriormente: 1200 mm
- posteriormente: 30 mm
- lateralmente: 35 mm

Al fine di garantire la sicurezza degli operatori, il quadro sarà del tipo di tenuta d'arco in terno 16 kA per 1 sec su tutti i quattro i lati, realizzati e provati secondo le prescrizioni IACA FLR della norma CEI IEC EN 62271-200.

La tensione nominale d'isolamento sarà pari a 24 kV, la tensione nominale di esercizio sarà 15kV.

La tensione di tenuta ad impulso 1.2/50µs a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta) sarà 125 kV, mentre la tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi sarà pari a 50 kV.

La corrente nominale ammissibile di breve durata sarà 16 kA, la corrente nominale ammissibile di picco 40 kA, la durata nominale del corto circuito 1 secondo.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
11 di 21

Le unità saranno dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare, saranno previsti i seguenti interblocchi:

- blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore.
- blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa
- blocco meccanico tra il sezionatore di terra e il pannello di accesso. Sarà possibile asportare il pannello solo a sezionatore di terra chiuso.

Gli scomparti saranno dotati di relè di protezione che azioneranno lo sgancio degli interruttori in caso di guasto o sovraccarico, garantendo la selettività in caso di guasto.

## 10. IMPIANTO DI TERRA DI CABINA

La cabina elettrica sarà dotata di un impianto di terra per disperdere le correnti in caso di guasto. L'impianto di messa a terra in oggetto è destinato a realizzare il sistema di protezione dai contatti indiretti denominato "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione", che è il solo metodo ammesso per gli impianti elettrici alimentati da sistemi di categoria superiore alla I, ossia quelli di II e III categoria, alimentati da tensioni superiori a 1000V in corrente alternata.

Nei sistemi di II e III categoria il progetto dell'impianto di terra deve soddisfare le seguenti esigenze:

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni di contatto e le tensioni di passo che si manifestano a causa delle correnti di guasto a terra
- Presentare una sufficiente resistenza meccanica
- Presentare una sufficiente resistenza nei confronti della corrosione
- Essere in grado di sopportare termicamente le più elevate correnti di guasto prevedibili

Le prestazioni dovranno essere garantite per ciascuno dei diversi livelli di tensione presenti nel sistema MT e BT. Nella cabina sarà presente il sistema di II categoria con neutro isolato, o compensato, destinato all'alimentazione in MT della medesima.

Al fine di garantire la protezione contro i contatti indiretti, le masse metalliche che contengono parti in tensione saranno collegate direttamente e stabilmente al collettore di terra.

L'impianto di terra dovrà essere realizzato tramite appositi dispersori, aventi caratteristiche tali da garantire che le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono sulle masse metalliche durante un guasto si mantengano al di sotto dei valori massimi ammessi, tabellati nella Norma CEI EN50522.

In relazione al valore della resistività del terreno e al valore della corrente di guasto a terra fornita dal distributore

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
12 di 21

dell'energia elettrica sarà dimensionato un dispersore da interrare intorno al perimetro del fabbricato tecnologico. Il dispersore sarà costituito da uno o due anelli in corda di rame di sezione pari a  $120\text{mm}^2$  interrato ad una profondità di 40-60 cm. All'anello saranno collegati dispersori a picchetto di lunghezza pari a 1,5m o superiore per ridurre la resistenza di terra risultante dal parallelo tra anello e picchetti.

La resistenza di terra risultante  $R_E$  dovrà soddisfare la seguente formula che la correla alla corrente di guasto monofase a terra dell'ente distributore ( $I_E$ ) e la tensione di contatto ammissibile ( $U_{TP}$ )

$$R_E < U_{TP} / I_E$$

Avendo a disposizione una cabina elettrica d'utente, il sistema di distribuzione e protezione di Bassa Tensione sarà del tipo TN-S. In caso di guasto la corrente di corto circuito si richiuderà nel conduttore di protezione, non coinvolgendo il terreno, permettendo pertanto, ove supportato dal calcolo, l'utilizzo di dispositivi a massima corrente. Nel presente caso tuttavia la protezione sarà effettuata, vista la notevole estensione dei circuiti, con interruttori magnetotermici-differenziali selettivi tarabili in corrente e tempo. In tal modo si potranno rilevare le correnti minime di cortocircuito a fine linea.

## 11. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE IN CONTINUITÀ (UPS)

All'interno del fabbricato tecnologico sarà installato un sistema UPS (Uninterruptible Power Supply) ridondato, destinato ad alimentare le utenze definite essenziali, ossia quelle che devono rimanere alimentate senza soluzione di continuità in caso di mancanza tensione da parte del distributore di energia elettrica.

Dall'analisi dei carichi elettrici risulta che la potenza delle utenze essenziali è pari 34 kVA.

La potenza del sistema è pertanto fissata a 40 kVA, la taglia commerciale immediatamente superiore al fabbisogno di potenza calcolato.

Al fine di garantire la necessaria affidabilità per la continuità di esercizio il sistema di continuità sarà costituito da 2 UPS trifasi in funzionamento bilanciato che si suddividono il carico. In caso di guasto di uno dei due, l'altro prenderà il carico precedentemente condiviso al 50%.

Ogni UPS avrà un proprio armadio metallico, avrà un proprio armadio batterie separato da quello dell'altro UPS ed entrambi saranno alimentati dal QGBT. Ciascuna delle due batterie di accumulatori al piombo regolati con valvola (VRLA) sarà dimensionata per possedere autonomia pari ad 1 ora a pieno carico. Gli UPS saranno di tipo industriale.

Entrambi gli UPS dovranno essere costituiti almeno dai seguenti componenti:

- Dispositivo di protezione ingresso Raddrizzatore;
- Filtro di spianamento L-C;
- Dispositivo di protezione Batteria;
- Distacco batteria con fine scarica programmabile

Contraente  	Progettista  				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 13 di 21

- Inverter trifase IGBT;
- Filtro Armoniche uscita Inverter;
- Commutatore Statico a SCR;
- Sezionatore sotto carico Ingresso Commutatore Statico;
- Sezionatore sotto carico uscita UPS;
- Sezionatore sotto carico Bypass manuale;
- Armadio batterie.

Ciascun UPS sarà dotato di bypass automatico a tempo zero interno alla macchina. Sarà previsto anche un bypass manuale dal quadro elettrico generale a quello essenziale per casi di manutenzione o gestione di emergenze. Tale bypass sarà interbloccato con distributore di chiavi a cifratura unica al fine di evitare che per errore possa essere messo in parallelo il sistema UPS con la rete.

## 12. QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE

Il quadro generale di bassa tensione QGBT è installato nel locale Bassa Tensione del Fabbricato Tecnologico ed è alimentato dai due trasformatori di potenza MT/BT.

L'ingresso dell'alimentazione avverrà tramite due interruttori generali tra loro interbloccati meccanicamente, in modo da non permettere il funzionamento dei trasformatori in parallelo. Gli interruttori saranno anche asserviti ad una centralina di commutazione automatica che provvederà a commutare in automatico l'alimentazione dal primo trasformatore al secondo, nel caso di scatto dell'interruttore di protezione. E' prevista anche la possibilità, in caso di prolungate disalimentazioni da parte del distributore di energia, di alimentare il quadro con un gruppo elettrogeno mobile dall'esterno, evitando la possibilità che esso funzioni in parallelo alla rete mediante un sistema di blocco a chiavi. Il quadro generale sarà suddiviso in due sezioni: normale ed emergenza. La parte normale è alimentata dai trasformatori di potenza e, in caso di disalimentazione prolungata, da un gruppo elettrogeno mobile, mentre la parte emergenza è alimentata da due UPS che, in caso di disalimentazione della sbarra normale forniscono per due ore l'alimentazione ai sistemi definiti essenziali, quali illuminazione di emergenza, sistemi ausiliari, supervisione, etc. (vedi analisi dei carichi e schema elettrico QGBT).

Il quadro fornirà alimentazione ai sottoquadri di zona per la distribuzione ai carichi terminali e direttamente ai carichi elettrici concentrati.

Sul QGBT convergeranno le linee di alimentazione del sistema di generazione fotovoltaica e quindi sarà previsto un dispositivo di interfaccia.

Il quadro sarà costruito secondo la Norma CEI EN 61439 e tutti gli interruttori saranno dotati di contatti ausiliari per il tempestivo rilevamento da remoto di eventuali scatti.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
14 di 21

### 13. ILLUMINAZIONE DELL'IMPALCATO

L'interno dell'impalcato sarà equipaggiato con le apparecchiature di deumidificazione dell'aria per ridurre la corrosione dello stesso. Per effettuare la manutenzione di tali apparecchiature e per l'ispezione dell'impalcato è stata prevista l'illuminazione dei camminamenti. I corpi illuminanti saranno installati al di sopra dei camminamenti, vedi elaborato sezioni d'impianto NG1200E18WZLF0000C01A, al fine di ottenere un illuminamento medio pari a 50 lux (illuminamento indicato dalla normativa UNI EN 12464-2, punto 5.13.1 – Tunnel a misura d'uomo). Il passo dei corpi illuminanti sarà pari a 4,5 metri, corrispondente al passo delle travi trasversali. L'apparecchio a LED avrà il corpo in acciaio inox al fine di prevenire la corrosione e vetro di protezione temprato. La potenza sarà pari a 22 W.

L'alimentazione sarà fornita da due blindosbarre luce, una alimenterà i corpi illuminanti normali, l'altra quelli di emergenza (alimentati da sistema di continuità) che si alterneranno con quelli normali. La scelta di alimentare gli apparecchi con le blindosbarre invece che con cavi isolati in gomma, risiede nella necessità di ridurre al minimo il carico d'incendio all'interno dell'impalcato. La soluzione blindosbarre permette anche una maggior flessibilità nel collegamento degli apparecchi alla linea di alimentazione che ha predisposizione di numerose prese lungo il suo profilo. In questo modo non sarà necessario installare i quadri di zona che avrebbero dovuto alimentare i circuiti tradizionali, diminuendo ulteriormente il carico d'incendio.

In totale saranno quindi previste sei blindosbarre, due per ogni camminamento. Le blindosbarre avranno grado di protezione IP 55 e portata pari a 63 A. Il paramento dimensionante non è stata la corrente ammissibile, bensì la caduta limite del 4% imposta dalla Norma CEI 64-8.

I corpi illuminanti normali e d'emergenza saranno diagnosticati con un sistema ad onde convogliate che sarà installato all'interno del quadro generale di bassa tensione. Tale sistema permetterà di verificare l'efficienza dei corpi illuminanti e permetterà di individuare tramite il sistema SCADA quanti corpi illuminanti sono in stato di guasto, suddivisi per ognuno dei circuiti previsti. In tal modo sarà possibile programmare la sostituzione dei corpi non più funzionanti.

Il sistema ad onde convogliate permetterà l'accensione dell'illuminazione dell'interno dell'impalcato tramite pulsanti luminosi installati alle due estremità del viadotto. La pressione di qualsiasi pulsante causerà l'accensione dell'illuminazione di tutto l'impalcato, al fine di permettere l'eventuale ispezione di ogni parte dell'impalcato senza dover gestire complicate logiche di accensione e spegnimento, considerando anche la possibilità di poter individuare rapidamente la migliore via di fuga al personale in caso di criticità. Lo spegnimento dell'illuminazione sarà possibile solamente da sistema SCADA oppure tramite comando manuale sul quadro generale di cabina.

In corrispondenza delle macchine di deumidificazione verrà garantito un livello di illuminamento pari a 200 lux al fine di consentire le operazioni di manutenzione (n. riferimento 5.3.1 – Locali adibiti ad impianti).

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
15 di 21

#### 14. ILLUMINAZIONE DEL VIADOTTO STRADALE E RAMPA A7

Gli impianti di illuminazione stradale saranno realizzati in ottemperanza con i valori di luminanza ed illuminamento indicati dalle normative UNI 11248 e UNI EN 13201-2. La categoria illuminotecnica individuata per il tratto autostradale in questione è la M1, tipo di strada A1 autostrada extraurbana. I requisiti illuminotecnici previsti da tale categoria sono: Luminanza media 2 cd/m<sup>2</sup>, Uniformità orizzontale 0,4, Uniformità longitudinale 0.7.

Lungo la nuova viabilità autostradale, sarà previsto un impianto d'illuminazione stradale al fine di contribuire alla maggior sicurezza degli utenti e della circolazione. Tale impianto, disposto sulla mezzera tra le due carreggiate, sarà strettamente collegato alle scelte architettoniche riguardanti gli alberi d'illuminazione. L'altezza d'installazione dei corpi illuminanti sarà pari a circa 15 m, l'interdistanza tra i centri luminosi pari a 50 m. Per ogni albero d'illuminazione saranno previsti due corpi illuminanti di tipo stradale, ciascuno orientato per illuminare la rispettiva carreggiata. La potenza elettrica per ciascun apparecchio sarà pari a circa 250W, flusso luminoso 35000 ÷ 40000 lm, temperatura di colore conforme con quella dell'impianto di illuminazione scenografica. L'impianto sarà alimentato con due dorsali trifase in partenza dal fabbricato tecnologico che saranno collegate alternativamente ai pali d'illuminazione. I cavi di alimentazione saranno posati in una canaletta predisposta all'interno dell'impalcato, dalla quale si dipartiranno le derivazioni verso le morsettiere a livello strada degli alberi d'illuminazione.

La rampa di collegamento con la A7 sarà illuminata con pali alti circa 9 metri distanziati di circa 35m uno dall'altro installati sulla parte interna della curva, in armonia con l'impianto d'illuminazione preesistente. La categoria illuminotecnica scelta è la medesima dell'autostrada. I corpi illuminanti a LED avranno potenza pari a circa 200 W, flusso luminoso 25000 ÷ 30000 lm.

I controlli e la diagnostica del sistema saranno remotizzati all'interno del fabbricato tecnologico.

Per maggiori dettagli sul posizionamento dei corpi illuminanti si rimanda all'elaborato Planimetrie distribuzione elettrica esterna NG1200E18P8LF0000C02A.

#### 15. ILLUMINAZIONE SCENOGRAFICA DEL VIADOTTO

L'impianto d'illuminazione scenografica e decorativa del viadotto sarà realizzato al fine di esaltarne la valenza architettonica. È prevista l'installazione di proiettori al di sotto dell'intradosso, al fine di realizzare l'illuminazione d'accento sulle parti che dovranno essere visibili durante il periodo notturno. L'intensità dell'illuminazione sarà regolabile con il sistema DALI in modo da poter ottenere, una volta realizzato l'impianto, l'effetto desiderato. I corpi illuminanti saranno a tecnologia LED ad alta efficienza e temperatura di colore da concordare con l'architettura.

Per ognuno dei montanti che sorreggono la barriera antirumore saranno installati uno o due proiettori da 5-6 W di potenza; tali proiettori provvederanno ad illuminare parte delle costolature e la fascia opposta ai montanti stessi.

I controlli e la diagnostica del sistema saranno remotizzati all'interno del fabbricato tecnologico.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
16 di 21

## 16. ILLUMINAZIONE DEL FABBRICATO TECNOLOGICO

### 16.1. Illuminazione interna

Il fabbricato tecnologico posto in prossimità dell'estremità a levante del viadotto, sarà illuminato con apparecchi stagni per installazione a plafone o a sospensione con lampade LED con assorbimento totale pari a 43W. Il corpo ed il diffusore saranno in policarbonato con grado di protezione IP65 e classe II. Il flusso luminoso da considerare per il corpo illuminante sarà di 4800 lm.

Nel locale BT dove è presente un video terminale, saranno utilizzati apparecchi illuminanti per installazione a plafone, lampade LED 1x36W, corpo in lamiera di acciaio, classe II - Flusso 4200 lm, con limitazione dei riflessi diretti UGR<19. I circuiti di alimentazione per l'illuminazione dei locali interni saranno in partenza dal quadro QLFM sotto sezione normale (per l'illuminazione ordinaria) e sotto circuito di continuità (per l'illuminazione di emergenza).

I circuiti di alimentazione delle lampade di emergenza, in partenza dalla sezione di continuità del quadro QLFM, saranno distribuiti in tubi protettivi distinti e in cassette di derivazione separate da quelle dell'impianto normale/preferenziale, in accordo con la norma CEI 64-8 parte 5 capitolo 563.

Per la scelta delle potenze e del posizionamento dei corpi illuminanti è stata presa a riferimento la Norma UNI EN 12464: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: "Posti di lavoro in interni", la quale richiede i seguenti valori minimi di illuminamento medio  $\geq 200$  lux e coefficiente di uniformità  $\geq 0,40$ .

### 16.2. Impianto di illuminazione esterna perimetrale del fabbricato

Il perimetro esterno del fabbricato tecnologico sarà illuminato con apparecchi illuminanti aventi le seguenti caratteristiche:

- Armatura stagna per esterno
- Installazione con staffe a parete (ad una altezza di circa 3,2 m) con flusso diretto verso il basso per contenere al massimo l'inquinamento luminoso come previsto dalla legge regionale
- lampade LED 1x30W – flusso luminoso 4800lm
- corpo e diffusore in acciaio inox
- grado di protezione IP65 e classe II

I circuiti di alimentazione dell'illuminazione esterna perimetrale dei fabbricati tecnologici saranno in partenza in parte dalla sezione normale. Le lampade per illuminazione del perimetro esterno saranno comandate da interruttore crepuscolare garantendone il solo funzionamento notturno così da poter contenere i consumi energetici giornalieri di tali apparecchi (in accordo con la legge regionale nell'ambito del contenimento consumi energetici per l'illuminazione esterna).

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
17 di 21

## 17. ILLUMINAZIONE OSTACOLO AL VOLO

Data la vicinanza del viadotto all'Aeroporto di Genova, e comunque in generale per il volo a bassa quota, dovranno essere previsti apparecchi illuminanti di segnalazione dell'ostacolo al volo come previsto dalle norme ICAO. Tali apparecchi illuminanti verranno posizionati in modo tale da rendere facilmente riconoscibile a distanza, nelle ore diurne e notturne, la sagoma del viadotto. La disposizione dei suddetti apparecchi sarà effettuata nei punti più alti della struttura, ossia sulla sommità degli alberi d'illuminazione. Infatti, secondo quanto previsto dall'annesso 14 volume della ICAO (Appendice 6. Location of lights on obstacles) saranno installati apparati di segnalazione Tipo A a media intensità, luce bianca lampeggiante di intensità pari a 20000 cd nelle ore diurne e luce bianca lampeggiante di intensità pari a 2000 cd nelle ore notturne. Questa funzione sarà svolta da un unico apparecchio a specifiche ICAO che sarà in grado di regolare l'intensità notte/giorno e di sincronizzare la frequenza di lampeggio tra i diversi apparecchi. I corpi illuminanti saranno alimentati da una linea in cavo posata all'interno dell'impalcato nella stessa canalina in cui sono posati i cavi dell'illuminazione stradale, proveniente dal quadro QGBT-E sotto gruppo di continuità.

## 18. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nell'ottica dell'efficientamento energetico e della sostenibilità ambientale dell'opera, il viadotto sarà dotato di un sistema di generazione fotovoltaico, costituito da pannelli installati su apposite mensole predisposte parte esterna del viadotto, sia lato Sud che lato Nord.

I pannelli sono stati scelti in funzione dei vincoli dimensionali ed estetici del progetto architettonico. In particolare, si tratta di moduli semitrasparenti con celle solari monocristalline di dimensioni pari a 1000x1500x9.5mm, potenza 100Wp. Tali caratteristiche sono di apparecchiature fuori standard.

La percentuale di trasparenza che permette il passaggio della luce solare al di sotto dei moduli può variare dal 39% al 46%.

La potenza di picco installata dell'impianto così concepito è pari 136 kWp, per una producibilità annua pari a 128800 kWh/anno.

I suddetti pannelli saranno collegati in serie a costituire delle stringhe che dovranno afferire a cassette di parallelo e di protezione (CPS) che saranno installati lungo i camminamenti laterali del viadotto. Da ciascuno di essi partiranno i cavi in corrente continua (a tensione tra 800 e 1000Vcc) che confluiranno nel sistema di conversione da corrente continua a corrente alternata presente all'interno del fabbricato tecnologico.

Il punto di connessione dell'impianto di generazione fotovoltaico con l'impianto elettrico di alimentazione del viadotto consiste nel dispositivo di interfaccia il quale dovrà disconnettere l'impianto fotovoltaico al manifestarsi di guasti, interruzioni e buchi di tensione della rete elettrica di distribuzione pubblica, entro i limiti specificati dalla norma CEI 0-16.

Come indicato negli schemi specifici di progetto, l'impianto sarà dotato di un sistema di accumulo di energia che

Contraente 		Progettista 			
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 18 di 21

permetterà di riutilizzare l'esubero di energia prodotta durante le ore diurne, per alimentare l'illuminazione esterna notturna per alcune ore. In tal modo una buona parte dell'energia necessaria per alimentare l'illuminazione del viadotto, proverrà da fonte di energia rinnovabile. La potenza di picco del sistema di accumulo è di 80 kW con una capacità di 150 kWh.

Si rimanda agli elaborati specifici per maggiori dettagli su tale impianto. (NG1200E18PZLF000XC01A Planimetrie con disposizione moduli e stringhe Lato Nord, NG1200E18PZLF000XC02A Planimetrie con disposizione moduli e stringhe Lato Sud, NG1200E18PZLF000XC03A Planimetrie con disposizione inverter, NG1200E18RHLF000XC01A Relazione tecnica impianto fotovoltaico, NG1200E18DXLF000XC01A Schemi elettrici, NG1200E18DXLF000XC02A Schemi a blocchi).

## 19. DISTRIBUZIONE ELETTRICA ALL'INTERNO DELL'IMPALCATO

L'impalcato del viadotto sul Polcevera è suddiviso in tre settori longitudinali, uno lato Sud, uno centrale ed uno lato Nord.

Relativamente al settore centrale, al suo interno saranno installate le macchine per la deumidificazione, intervallate di circa 150 m una dall'altra. Per alimentare le suddette apparecchiature sarà utilizzato un condotto sbarra forza motrice da 3200 A IP55; tale scelta è stata dettata da motivi di riduzione al minimo dei materiali combustibili da installare all'interno dell'impalcato. Inoltre, grazie alle finestrelle di derivazione presenti sugli elementi rettilinei, i condotti sbarre offrono un'elevata flessibilità di gestione, sia nella fase di progettazione, che nel montaggio dell'impianto e nelle eventuali modifiche necessarie ad adattare l'impianto alle mutate esigenze dell'utilizzatore finale.

Il dimensionamento del condotto è stato effettuato calcolando la caduta di tensione in funzione della sezione utile della sbarra conduttrice in rame, pertanto non saranno necessari i 3200 A, bensì i 1500 mm<sup>2</sup> della sezione di fase per contenere la caduta di tensione entro il 4% a fondo linea considerando la potenza installata e uniformemente distribuita.

Al condotto sbarra saranno collegate anche le prese elettriche di servizio installate lungo il settore centrale nei pressi dei deumidificatori ed eventuali altre utenze da installare nell'impalcato.

Per tutti e tre i settori è stata prevista l'illuminazione normale e di emergenza dei camminamenti di servizio. Sono stati ipotizzati due circuiti per ogni settore, uno normale e uno di emergenza. Come per la forza motrice, anche per l'illuminazione sono stati previsti i condotti sbarra al fine di ridurre al minimo il carico d'incendio ed avere un sistema modulare e flessibile. I condotti sbarra scelti sono da 63 A IP55, dimensionati in caduta di tensione con carico trifase uniformemente distribuito. I corpi illuminanti normali e di emergenza saranno alimentati con cavo e spina collegata al corrispondente condotto sbarra.

Contraente 		Progettista 			
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 19 di 21

Per il contenimento dei cavi di alimentazione dell'illuminazione stradale a centro carreggiata e dell'illuminazione ostacolo al volo, installate sugli alberi d'illuminazione, sarà installata una canaletta in acciaio zincato a caldo nella parte alta del settore centrale, posizione favorevole per l'inserimento dei cavi all'interno dei pali disposti a centro carreggiata.

Per maggiori dettagli sulla distribuzione elettrica nell'impalcato si vedano gli elaborati: NG1200E18WZLF0000C01A Sezioni d'impianto, NG1200E18PZLF0000C01A Planimetria distribuzione elettrica impalcato, NG1200E18PZLF0000C02A Planimetrie illuminazione impalcato.

## 20. DISTRIBUZIONE ELETTRICA A LIVELLO STRADALE

I passaggi cavi a livello stradale sono costituiti da tre canalette poste agli estremi laterali del viadotto, delle dimensioni di 15x15 cm al di sotto del camminamento di servizio. In totale, quindi, sei canalette dedicate agli impianti che sono installati sui due lati del viadotto a livello stradale. Prendendo in considerazione un lato del viadotto, nella canaletta più esterna saranno posati i cavi che alimentano l'illuminazione scenografica del viadotto. La posizione è la più favorevole, visto l'elevato numero di derivazioni che dovranno essere effettuate per alimentare i corpi illuminanti. Nella canaletta centrale saranno installati i cavi dell'impianto fotovoltaico, sia quelli di energia, sia quelli di segnale, separati opportunamente. La canaletta più interna sarà riservata ad Autostrade per l'Italia. Nella parte di camminamento esterna, vicino alla vetrata ogni circa 250 metri saranno installati i quadri di parallelo stringhe, costituiti da lamiera in acciaio inox ed in esecuzione stagna. Tali quadri provvederanno a mettere in parallelo le diverse stringhe di moduli fotovoltaici.

Infine, nella parte posteriore alle mensole che sorreggono i moduli fotovoltaici, sarà installata una canaletta 20x10 cm per il contenimento dei collegamenti tra un modulo ed il successivo.

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati: NG1200E18WZLF0000C01A Sezioni d'impianto e NG1200E18P8LF0000C02A Planimetria distribuzione elettrica esterna.

## 21. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE

Due vasche di laminazione per il recapito delle acque piovane di piattaforma, saranno posizionate sulle spalle del viadotto, ai due estremi. Le vasche saranno dotate di elettropompe di svuotamento che richiedono alimentazione elettrica e sistema di diagnostica.

Lato levante, l'alimentazione di tali impianti sarà prevista a partire dal quadro generale di bassa tensione. Sarà comunque previsto un quadro da esterno da ubicare in prossimità delle pompe per la gestione e la manovra dell'impianto.

Per l'impianto lato ponente, vista la notevole distanza dal fabbricato tecnologico, si prevede di richiedere ad ENEL Distribuzione una fornitura di energia elettrica in bassa tensione. Il quadro di alimentazione elettrica sarà installato

Contraente 		Progettista 			
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 18 RH 18LF00 C01	Rev. A	Foglio 20 di 21

all'aperto e supervisionato tramite ponte radio in collegamento con il fabbricato tecnologico.

## 22. IMPIANTO DI PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Le dimensioni imponenti del viadotto, nonché la sua notevole altezza, fanno sì che risulti necessario proteggerlo dalle scariche atmosferiche, anche in virtù dell'elevata densità ceraunica che caratterizza la zona in cui sorgerà il nuovo viadotto. La densità di fulmini per anno per chilometro quadrato ricavato dal sistema ProDis del Comitato Elettrotecnico Italiano è pari a  $4,52 \text{ fulmini/anno} \cdot \text{km}^2$ .

Come previsto dalla Norma CEI EN 62305 è stata effettuata l'analisi del rischio del Viadotto Polcevera al fine di determinare l'esigenza di protezione della struttura in caso di fulminazione. L'obiettivo dell'analisi del rischio è quello di ridurre, tramite misure di protezione, il rischio ad un livello accettabile. Premettendo che la Norma Italiana prende normalmente in considerazione strutture quali edifici contenenti apparecchiature e persone, e non prevede strutture quali ponti o viadotti, sarà necessario modellare il sistema riferendosi a soluzioni consolidate per definire il livello di protezione da assegnare al viadotto.

Nella modellazione del viadotto come sistema soggetto a fulminazione, la struttura è stata suddivisa nelle seguenti zone di protezione da fulminazione:

Z1 zona esterna: alberi d'illuminazione e barriere antirumore

Z2, Z3 zona interna: carreggiata e interno dell'impalcato

La valutazione del rischio senza l'aggiunta di sistemi di protezione porterebbe ad un rischio inaccettabile ( $6,45 \cdot 10^{-5}$ ), pari al 645% in più del rischio tollerabile. Per ridurlo ad un rischio accettabile ( $1 \cdot 10^{-5}$ ) sarà necessario installare un sistema di protezione LPS (lightning protection system) di livello II.

Il livello LPL (lightning protection level) II definisce il diametro della sfera rotolante, criterio secondo il quale una sfera di raggio di 30 m (tabella IV Norma CEI EN 62305-1) non deve toccare nessun punto che non sia identificato come captatore. Per soddisfare tale assunto vengono individuati come punti di captazione la sommità degli alberi d'illuminazione e i montanti delle barriere antirumore.

Vista la loro altezza, i captatori principali saranno gli alberi d'illuminazione, che per tale motivo dovranno essere in continuità metallica con la struttura del viadotto che sarà collegata opportunamente a terra. Al fine di soddisfare il criterio della sfera rotolante i montanti delle barriere antirumore dovranno essere alti almeno 3 m dal livello stradale. In tal modo risulteranno protetti anche i pannelli fotovoltaici e le pile del viadotto.

Al fine di preservare tutte le apparecchiature installate lungo il viadotto da guasti dovuti a sovratensioni di origine atmosferica, il sistema di alimentazione sarà dotato di scaricatori di sovratensione installati a partire dal quadro di media tensione, ai quadri generali di cabina, ai quadri secondari, fino alle morsettiere delle utenze terminali. Infatti, viste le lunghezze dei circuiti del presente progetto, per proteggere le apparecchiature dalle sovratensioni indotte dalle correnti

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 18 RH 18LF00 C01

Rev.  
A

Foglio  
21 di 21

di fulmine è richiesta l'installazione di scaricatori di sovratensione dall'origine dell'impianto fino in prossimità delle apparecchiature.

Al fine di condurre a terra le correnti di fulmine sarà utilizzato un particolare sistema che collega l'impalcato alle pile con spinterometri. Infatti, per limitare la circolazione di eventuali correnti vaganti tra l'impalcato e le pile, in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio saranno posti dei giunti isolanti. In tal modo in condizioni normali le pile saranno isolate dall'impalcato. Sarà invece effettuato un collegamento tra pile e impalcato con spinterometri aventi tensione di innesco ad impulso pari a 4kV; tale soluzione permetterà in caso di normale esercizio di tenere pile e impalcato isolati, mentre in caso di fulminazione, facendo innescare gli spinterometri, la corrente di fulmine potrà essere drenata a terra tramite i ferri di armatura delle pile ed infine tramite i pali di fondazione delle stesse. Al fine di garantire la continuità metallica dei ferri d'armatura dovranno essere realizzate due calate continue per ogni pila della sezione di  $\geq 100 \text{ mm}^2$  ammorsate in più punti alle armature. Inoltre, sulle pile dovranno essere predisposti dei punti di misura per verificare la continuità dei ferri nel tempo.