

**E78 GROSSETO - FANO**  
**Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)**  
**Adeguamento a quattro corsie del tratto**  
**San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FI 508**

**ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A3514</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b> (Mandataria)</p> <p><b>GP INGENGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>cooprogetti</b></p> <p><b>engeko</b></p> <p><b>AIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfilì</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i> Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 790A</p>	<p>(Mandante)</p> <p><b>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>(Mandante)</p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

**IMPIANTI TECNOLOGICI**  
**Galleria artificiale "Torrino"**  
**Relazione tecnica specialistica impianti tecnologici**

<p><b>CODICE PROGETTO</b></p> <p>PROGETTO      LIV.PROG      ANNO</p> <p><b>DPFI508    D    23</b></p>	<p><b>NOME FILE</b></p> <p>T01IM04IMPRE01_A</p> <p><b>CODICE ELAB.</b>    T 0 1 I M 0 4 I M P R E 0 1</p>	<p><b>REVISIONE</b></p> <p>A</p>	<p><b>SCALA</b></p> <p>-</p>
<p>D</p> <p>C</p> <p>B</p> <p>A</p> <p>REV.</p>	<p>Emissione</p> <p>DESCRIZIONE</p>	<p>Agosto 2023</p> <p>DATA</p>	<p>Salvi      Panfilì      Guiducci</p> <p>REDATTO      VERIFICATO      APPROVATO</p>

## INDICE

<b>1.</b>	<b><u>PREMESSA E METODI PROGETTUALI.....</u></b>	<b><u>4</u></b>
1.1.	CRITERI PROGETTUALI GENERALI .....	4
1.2.	TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI .....	4
1.3.	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	6
1.4.	DISTRIBUZIONE PRIMARIA .....	13
1.5.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	13
1.6.	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE.....	14
1.7.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	15
1.8.	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI .....	15
1.9.	SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI .....	16
1.10.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ELETTRICI.....	16
1.11.	MATERIALI DA IMPIEGARE .....	16
<b>2.</b>	<b><u>LOCALE TECNOLOGICO E DISTRIBUZIONE PRINCIPALE.....</u></b>	<b><u>17</u></b>
2.1.	QUADRI DI BASSA TENSIONE .....	17
2.1.1.	<i>Struttura generale del quadro e caratteristiche dei materiali.....</i>	<i>17</i>
2.1.2.	<i>Apparecchiature.....</i>	<i>17</i>
2.1.3.	<i>Strumenti di misura .....</i>	<i>18</i>
2.1.4.	<i>Collegamenti - circuiti di potenza.....</i>	<i>18</i>
2.1.5.	<i>Collegamenti - circuiti ausiliari.....</i>	<i>19</i>
2.1.6.	<i>Morsettiere.....</i>	<i>19</i>
2.1.7.	<i>Caratteristiche principali.....</i>	<i>20</i>
2.1.8.	<i>Caratteristiche specifiche dei diversi tipi di quadro bt .....</i>	<i>22</i>
2.2.	SISTEMI DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA .....	22
2.2.1.	<i>Gruppi di continuità assoluta .....</i>	<i>22</i>
2.3.	CANALIZZAZIONI PRINCIPALI.....	24
2.4.	LINEE DI COLLEGAMENTO MONTANTI E DORSALI .....	24
2.5.	DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA .....	27
2.6.	IMPIANTI INTERNI AL LOCALE TECNICO ED IMPIANTO DI SERVIZIO ESTERNI .....	27
2.7.	IMPIANTO DI TERRA.....	27
<b>3.</b>	<b><u>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA.....</u></b>	<b><u>28</u></b>
3.1.	PREMESSA .....	28
3.2.	CARATTERISTICHE DELLA GALLERIA .....	28
3.3.	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE .....	28

PROGETTAZIONE ATI:

3.4.	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E DATI TECNICI DI PROGETTO.....	29
3.4.1.	<i>Caratteristiche impianti</i> .....	29
3.4.2.	<i>Dati tecnici di progetto</i> .....	30
3.5.	ILLUMINAZIONE PERMANENTE (ORDINARIA E DI EMERGENZA).....	30
3.6.	ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN ENTRATA.....	31
3.7.	APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI.....	31
3.7.1.	<i>Proiettore simmetrico con tecnologia a LED</i> .....	31
3.7.2.	<i>Proiettore asimmetrico</i> .....	33
3.8.	REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE.....	33
3.8.1.	<i>Caratteristiche dei regolatori di flusso luminoso</i> .....	34
3.9.	CIRCUITI DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA.....	35
3.10.	CALCOLI ILLUMINOTECNICI.....	36
3.11.	PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE – NORMA UNI 11095 FEBBRAIO 2021.....	36
3.12.	ILLUMINAZIONE NEI TRATTI DI ENTRATA.....	38
3.13.	ILLUMINAZIONE NEL TRATTO DI TRANSIZIONE.....	43
3.14.	ILLUMINAZIONE NELLA ZONA INTERNA.....	44
3.15.	ILLUMINAZIONE NELLA ZONA DI USCITA.....	44
3.16.	DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE DA REALIZZARE PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	44
<b>4.</b>	<b><u>IMPIANTI SPECIALI IN GALLERIA</u></b> .....	<b>45</b>
4.1.	GENERALITÀ.....	45
4.2.	SEGNALETICA VERTICALE LUMINOSA.....	45
4.2.1.	<i>Sistema attivo</i> .....	46
4.2.2.	<i>Sistema passivo</i> .....	46
4.2.3.	<i>Struttura</i> .....	47
4.2.4.	<i>Finitura e composizione della faccia anteriore/posteriore del segnale</i> .....	47
4.2.5.	<i>Accertamento dei livelli di qualità della pellicola</i> .....	47
4.2.6.	<i>Impianto elettrico interno</i> .....	47
4.2.7.	<i>Tipologia dei cartelli impiegati</i> .....	48
<b>5.</b>	<b><u>IMPIANTI SPECIALI NEL FABBRICATO TECNOLOGICO</u></b> .....	<b>49</b>
5.1.	GENERALITÀ.....	49
5.2.	IMPIANTO RILEVAZIONE INCENDI.....	49
5.3.	IMPIANTO ANTINTRUSIONE.....	51
5.4.	IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA TVCC.....	53
<b>6.</b>	<b><u>SISTEMA DI RIPORTO COMANDI E SEGNALI</u></b> .....	<b>57</b>

PROGETTAZIONE ATI:

6.1.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE ARMADI PLC .....	57
6.2.	UNITÀ REMOTE I/O – RIO IN CAMPO .....	57
6.3.	FUNZIONI DIAGNOSTICHE PER ANOMALIE DI FUNZIONAMENTO, MANCANZA MODULI.....	57
6.4.	FUNZIONALITÀ DEL SOFTWARE .....	57
6.5.	PROCEDURA DI GESTIONE IN ESERCIZIO NORMALE .....	58
6.6.	GESTIONE ILLUMINAZIONE .....	58
6.6.1.	<i>Illuminazione in galleria</i> .....	58
6.6.2.	<i>Gestione Illuminazione vie d’esodo (picchetti luminosi a led)</i> .....	59
6.6.3.	<i>Illuminazione di sicurezza</i> .....	59
6.7.	GUASTO TECNICO AGLI APPARATI.....	59
6.8.	CONNESSIONI VIA SERIALE O ETHERNET.....	59
6.9.	STAZIONE DI SUPERVISIONE LOCALE .....	59
6.9.1.	<i>Compito del supervisore locale</i> .....	59
6.9.2.	<i>Software</i> .....	60
6.9.3.	<i>Prerogative salienti dello SCADA</i> .....	60
6.10.	PARTICOLARITÀ DELLE PAGINE VIDEO.....	62
6.11.	DOCUMENTAZIONE E DATI TECNICI DA FORNIRE.....	70
6.12.	CERTIFICAZIONI E COLLAUDI .....	70

## **1. PREMESSA E METODI PROGETTUALI**

Nell'intervento previsto nel presente progetto è indicata l'installazione di impianti tecnologici a servizio della Galleria Torino che sarà installata all'interno della E78 Grosseto – Fano relativamente al completamento del tratto del Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45) – Palazzo del Pero.

### **1.1. CRITERI PROGETTUALI GENERALI**

La complessità, la capillarità, l'eterogeneità, l'affidabilità, la stabilità, degli impianti tecnologici nelle varie situazioni operative richiedono un'attenta valutazione dei criteri guida da porre alla base della loro progettazione. Perciò, per quanto possibile, nel progetto si privilegeranno quelle configurazioni e quelle dotazioni impiantistiche che consentiranno, con maggior efficacia ed efficienza, il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- **manutenibilità:** l'omogeneità degli impianti a servizio dell'opera renderà di fatto la manutenzione semplice ed economica. Inoltre, la collocazione di gran parte delle apparecchiature all'interno di vani tecnici dedicati consentirà di effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza;
- **selettività di impianto:** l'architettura che sarà prescelta, sarà caratterizzata da una elevata suddivisione circuitale e assicurerà che la parte di impianto che verrà messa fuori servizio in caso di guasto venga ridotta al minimo;
- **sicurezza degli utenti nei confronti di eventuali incidenti o altre emergenze:** ciò sarà garantito in particolare dalla segnaletica di sicurezza;
- **risparmio energetico:** l'adozione di regolatori di potenza a servizio degli impianti di illuminazione e l'installazione di corpi illuminanti a led sia per l'illuminazione permanente che per quella di rinforzo consente di esercire tali impianti in modo ottimale, modificando i livelli di illuminamento in funzione della situazione esterna e dell'orario (giorno e notte) e riducendo i consumi elettrici nella gestione giornaliera degli impianti;
- **idoneo grado di confort per gli utenti,** sarà ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento dall'elevato valore di uniformità e dal colore della luce (led) in galleria;
- **automazione e supervisione per la gestione ed il controllo "on line" dei vari impianti.**

### **1.2. TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI**

Gli impianti tecnologici previsti progettualmente sono i seguenti:

- Esecuzione dei quadri elettrici ed esecuzione delle varie adduzioni elettriche per gli impianti da installare all'interno della galleria;
- impianto di illuminazione interno galleria (permanente, rinforzo e di sicurezza ed emergenza);
- segnaletica luminosa in galleria;
- impianto rilevazione incendi, antintrusione e videosorveglianza TVCC dei locali interni e dell'area esterna del nuovo fabbricato tecnologico;
- predisposizione cavidotti per impianti in itinere;

Per quanto concerne le caratteristiche principali dei vari impianti sopra elencati si precisa quanto segue:

- **alimentazioni elettriche principali:** impianti alimentati tramite n.1 fornitura di energia elettrica in bassa tensione situata all'interno del nuovo locale tecnologico installato presso l'imboccato lato Cinquefrondi al cui interno sarà altresì prevista l'allocazione di quadri elettrici generali e delle apparecchiature di controllo, impianto illuminazione e di sicurezza Galleria;

- alimentazioni di emergenza: tutti gli impianti presenti all'interno della galleria (fatta eccezione che per gli impianti di illuminazione di rinforzo e parte degli impianti di illuminazione permanente) saranno derivati da un gruppo di continuità UPS avente potenza 10KVA autonomia 30 minuti dimensionati per alimentare l'intero carico previsto in caso di mancanza della rete ENEL. Tale soluzione garantisce la massima continuità di servizio dell'impianto;
- apparecchi di illuminazione per galleria: sono previsti apparecchi illuminanti in acciaio inox in classe II. Essi offrono una maggior resistenza alla corrosione ed alle alte temperature in caso di incendio e minori disservizi per eventuali cedimenti dell'isolamento. Nello specifico, si utilizzano, per l'illuminazione di base (permanente), apparecchi illuminanti simmetrici con lampade a tecnologia LED di potenza unificata pari a 30W, mentre, per l'illuminazione di rinforzo si utilizzano apparecchi illuminanti asimmetrici con lampada LED di potenza variabile tra 50W e 260W;
- circuiti di illuminazione permanente in galleria: dal quadro generale sono previsti n.4 circuiti di illuminazione indipendenti (due da settore rete normale e due dal settore continuità assoluta derivata da UPS). La soluzione proposta, per la continuità di servizio offerta, senza dubbio garantisce un ottimo livello di sicurezza dell'impianto ed asseconda totalmente, in rapporto alla sicurezza, le linee guida ANAS del dicembre 2009 nonché le prescrizioni indicate nelle Norme CEI 64-20;
- circuiti di illuminazione rinforzo in galleria: la galleria è stata provvista di n.4 circuiti di illuminazione indipendenti (due per corsia);
- sistema di regolazione flusso luminoso: saranno del tipo funzionanti in modalità wireless sia per l'illuminazione di rinforzo che per l'illuminazione permanente.
- materiali utilizzati in galleria: è stato privilegiato, per tutte le gallerie, il ricorso ad apparecchiature e strutture a servizio degli impianti in acciaio inossidabile AISI 304 evitando quindi l'uso di acciaio zincato e/o verniciato;
- cassette di derivazione: le cassette di derivazione previste per i circuiti "ordinari" sono, a seconda del tipo di installazione, in acciaio inox, in alluminio o in materiale termoindurente ed hanno un grado di protezione idoneo. Invece, per i circuiti di sicurezza, laddove le modalità di posa non garantiscano una protezione intrinseca adeguata, le cassette di derivazione saranno di tipo resistente al fuoco;
- impianti speciali interni al locale tecnologico; i locali del fabbricato tecnico, oltre che degli impianti elettrici di servizio (illuminazione, prese, impianti di condizionamento, ecc.), saranno provvisti di dispositivi speciali quali impianto di rilevazione incendi, impianto antintrusione ed impianto di videosorveglianza (quest'ultimo esteso anche per le aree esterne al fabbricato). Ogni impianto farà capo alle relative centrali di gestione e comando che saranno installate all'interno di uno dei locali del fabbricato tecnologico.

### **1.3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO**

Gli impianti elettrici oggetto degli allestimenti dovranno essere realizzati e messi in esercizio in conformità e rispondenza alle vigenti disposizioni normative e legislative, con particolare riferimento a quelle di seguito elencate:

- D.P.R. N. 303 del 19 Marzo 1956 - “Norme generali per l’igiene del lavoro”. (Ancora in vigore solo per l’art.64).
- D.P.R. n. 384 del 27 Aprile 1978 - Regolamento di attuazione dell’art. 27 della legge 30 Marzo 1971, n. 118 a favore dei mutilati e invalidi civili, in maniera di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- Decreto Legislativo n. 81 del 9 Aprile 2008 - “Attuazione dell’art. 1 della legge 3/8/07 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- Legge 18 Ottobre 1977 n. 791 e successive liste di norme armonizzate sui requisiti che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato negli impianti.
- Legge n. 186 del 1 Marzo 1968 - “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici”.
- Legge n. 46 del 5 Marzo 1990 - “Norme per la sicurezza degli impianti”. (Ancora in vigore solo per gli articoli 8-14-16).
- D.M. n° 37 del 22 Gennaio 2008 - “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13 della legge n° 248 del 2 Dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”.
- D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001 - “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”.
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- D.M. 20 dicembre 2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- Direttiva CEE n. 2004/54/CE - concernente le prescrizioni minime di sicurezza nelle gallerie stradali.
- Decreto Legislativo n. 264 del 05 Ottobre 2006 - “Attuazione della direttiva 2004/54/CE concernente le prescrizioni minime di sicurezza nelle gallerie stradali.
- D. Lgs. 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”.
- Norma CEI 0-21 - “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- Norme CEI 11-4 - “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”.
- Norme. CEI 11-4 - Edizione Quinta “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”
- Norma It. CEI 11-4;Ec - Class. CEI 11-4;Ec - CT 11/7 - “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”
- Norma It. CEI 11-4 - Class. CEI 11-4 - CT 11/7 - Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne”

- Norma It. CEI EN 50341-1 - Class. CEI 11-4/1-1 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni”
- Norma It. CEI EN 50423-1 - Class. CEI 11-4/2-1 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni”
- Norma It. CEI EN 50423-2 - Class. CEI 11-4/2-2 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 2: Indice degli Aspetti Normativi Nazionali”
- Norma It. CEI EN 50423-3 - Class. CEI 11-4/2-3 - CT 11/7 - Edizione Sesta “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 3: Raccolta degli Aspetti Normativi Nazionali”
- Norma It. CEI EN 50423-3/EC - Class. CEI 11-4/2-3;V1 - “Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 1 kV fino a 45 kV compresa Parte 3: Raccolta degli Aspetti Normativi Nazionali”
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”.
- Norma CEI 16-3 CEI EN 60073 - “Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l’identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori”.
- Norma CEI 16-6 - “Codice di designazione dei colori”.
- Norma CEI 16-7 - “Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi”.
- Norma CEI 16-8 - “Marcatura delle apparecchiature elettriche con riferimento ai valori nominali relativi alla alimentazione elettriche. Prescrizioni di sicurezza”.
- Norma CEI 17-13/4 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt). Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)”.
- Norma CEI 17-44 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali”.
- Norma CEI 17-113 – “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”.
- Norma CEI 17-114 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- Norma It. CEI 17-123 - Class. CEI 17-123 - CT 17 - “Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti Parte 2: Selettività in condizioni di sovracorrente”
- Norma CEI 20-14 e varianti - “Cavi isolati in polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV”.
- Norma CEI 20-19/1 - “Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore 450/750V. Parte 1: Prescrizioni Generali”.
- Norma CEI 20-20/1 - “Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 20-22/0 - “Prove d’incendio su cavi elettrici. Parte 0: Prova di non propagazione dell’incendio - Generalità”.
- Norma CEI 20-22/2 - “Prove di incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell’incendio”.
- Norma CEI 20-27 e varianti - “Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione”.



- Norma It. CEI EN 61238-1 - Class. CEI 20-73 - CT 20 - Edizione Prima “Connettori a compressione e meccanici per cavi di energia per tensioni nominali fino a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) Parte 1: Prescrizioni e metodi di prova”
- Norma CEI 20-33 - “Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione  $U_0/U$  non superiore a 600/1.000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua”.
- Norma It. CEI EN 50393 - Class. CEI 20-63 - CT 20 - Edizione Seconda “Metodi e prescrizioni di prova degli accessori per cavi elettrici da distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV (1,2) kV”
- Norma It. CEI 20-63;V1 - “Norme per giunti, terminali ciechi e terminali per esterno per cavi di distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV”
- Norma It. CEI EN 60332-1-1 - Class. CEI 20-35/1-1 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-1: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura”
- Norma It. CEI EN 60332-1-2 - Class. CEI 20-35/1-2 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata”
- Norma It. CEI EN 60332-1-3 - Class. CEI 20-35/1-3 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 1-3: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la determinazione di particelle/gocce incandescenti”
- Norma It. CEI EN 60332-2-1 - Class. CEI 20-35/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 2-1: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un piccolo singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura”
- Norma It. CEI EN 60332-2-2 - Class. CEI 20-35/2-2 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 2-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un piccolo singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma diffusa”
- Norme CEI 20-36 - “Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”.
- Norma It. CEI 20-36/1-1 - Class. CEI 20-36/1-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 11: Apparecchiatura di prova con solo fuoco a una temperatura della fiamma di almeno 750 °C”
- Norma It. CEI 20-36/2-1 - Class. CEI 20-36/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 21: Procedure e prescrizioni - Cavi con tensione nominale a 0,6/1kV”
- Norma It. CEI 20-36/2-3 - Class. CEI 20-36/2-3 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 23: Procedure e prescrizioni - Cavi elettrici per trasmissione dati”
- Norma It. CEI 20-36/2-5 - Class. CEI 20-36/2-5 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 25: Procedure e prescrizioni - Cavi a fibre ottiche”
- Norma It. CEI EN 50200 - Class. CEI 20-36/4-0 - CT 20 - Edizione Seconda “Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza”
- Norma It. CEI EN 50362 - Class. CEI 20-36/5-0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodo di prova per la resistenza al fuoco di cavi per energia e comando di grosse dimensioni (con diametro esterno superiore a 20 mm) non protetti per l'uso in circuiti di emergenza”

- Norma It. CEI 20-37/0 - Class. CEI 20-37/0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 0: Generalità e scopo”
- Norma It. CEI EN 50267-1 - Class. CEI 20-37/2-0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 1: Apparecchiatura di prova”
- Norma It. CEI EN 50267-2-1 - Class. CEI 20-37/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-1: Procedure di prova - Determinazione della quantità di acido alogenidrico gassoso”
- Norma It. CEI EN 50267-2-2 - Class. CEI 20-37/2-2 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-2: Procedure di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei materiali mediante la misura del pH e della conduttività”
- Norma It. CEI EN 50267-2-3 - Class. CEI 20-37/2-3 - CT 20 - Edizione Prima: “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-3: Procedura di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività”
- Norma It. CEI EN 61034-1 - Class. CEI 20-37/3-0 - CT 20 - Edizione Seconda “Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. Parte 1: Apparecchiature di prova”
- Norma It. CEI EN 61034-2 - Class. CEI 20-37/3-1 - CT 20 - Edizione Seconda “Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni”
- Norma It. CEI 20-37/4-0 - Class. CEI 20-37/4-0 - CT 20 - Edizione Prima. “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 4: Determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi”
- Norma It. CEI 20-37/6 - Class. CEI 20-37/6 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e materiali dei cavi. Parte 6: Misura della densità del fumo emesso da materiali dei cavi sottoposti a combustione in condizioni definite. Metodo dei 300 grammi”
- Norma CEI 20-38 - “Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U<sub>0</sub>/U non superiori a 0,6/1 kV”
- Norme CEI 20-38/1 - “Cavi isolati con gomma non propagante l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi – Parte 1: Tensione nominale U<sub>0</sub>/U non superiore a 0,6/1KV”.
- Norma CEI 20-38/2 - “Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 2: Tensione nominale U<sub>0</sub>/U superiore a 0,6/1 kV”.
- Norma It. CEI 20-40 - Class. CEI 20-40 - CT 20 - Edizione Seconda “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V1 - Class. CEI 20-40;V1 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V2 - Class. CEI 20-40;V2 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”

**IMPIANTI TECNOLOGICI – GALLERIA ARTIFICIALE TORRINO**  
**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI TECNOLOGICI ELETTRICI**

- Norma It. CEI 20-40;V3 - Class. CEI 20-40;V3 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V4 - Class. CEI 20-40;V4 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma CEI 20-45 e variante - “Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV”.
- Norma It. CEI 20-105 - Class. CEI 20-105 - CT 20 - “Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio”
- Norma CEI 23-3/1 CEI EN 60898-1 e varianti - “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”.
- Norma CEI 23-12/1 e variante - “Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-26 CEI EN 60423 - “Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettatura per tubi e accessori.”.
- Norma CEI 23-39 - “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-42 CEI EN 61008-1 e varianti - “Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-44 CEI EN 61009-1 e variante - “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norme CEI 23-46 - “Sistema di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”.
- Norma CEI 23-46;V1 - “Sistema di canalizzazioni per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati; variante”.
- Norme CEI 23-49 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile”.
- Norma CEI 23-49;V1 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile; variante”.
- Norma CEI 23-49;V2 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile; variante”.
- Norma CEI 23-51 - “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- Norma CEI 23-58 CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-76 CEI EN 61537 - “Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini”.

- Norma CEI 23-93 CEI EN 50085-2-1 - “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto”.
- Norma It. CEI EN 50085-2-2 - Class. CEI 23-104 - CT 23 - Edizione Prima “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sottopavimento, a filo pavimento”
- Norma CEI EN 60598-1 Class. CEI 34-21 - “Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove”
- Norma CEI 34-22 CEI EN 60598-2-22 e varianti - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”.
- Norma CEI 34-23 CEI EN 60598-2-1 - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale”.
- Norma CEI 34-33 CEI EN 60598-2-3 e variante - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 3: Apparecchi per illuminazione stradale”.
- Norma CEI 44-5 CEI EN 60204-1 - “Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine. Parte 1: Regole generali”.
- Norma It. CEI EN 60204-1/A1 - Class. CEI 44-5;V1 - CT 44 - “Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali”
- Norma It. CEI EN 60204-1/EC - Class. CEI 44-5;V2 - CT 44 - “Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua”.
  - CEI 64-8/1 - “Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali”.
  - CEI 64-8/2 - “Parte 2: Definizioni”.
  - CEI 64-8/3 - “Parte 3: Caratteristiche generali”.
  - CEI 64-8/4 - “Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza”.
  - CEI 64-8/5 - “Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici”.
  - CEI 64-8/6 - “Parte 6: Verifiche”.
  - CEI 64-8/7 - “Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari”.
- Norma It. CEI 64-12 - Class. CEI 64-12 - CT 64 - Edizione Seconda “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”
- Norma CEI 64-14 - “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”.
- Norma CEI 64-20 - “Impianti elettrici nelle gallerie stradali”.
- Norma CEI 70-1 CEI EN 60529 - “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”.
- Norma CEI 70-1;V1 CEI EN 60529/A1 - “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP), variante”.
- Norma CEI 81-3 - “Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei comuni d'Italia, in ordine alfabetico”.
- Norma It. CEI EN 50164-1 - Class. CEI 81-5 - CT 81 - “Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione”
- Norma CEI 81-10/1 CEI EN 62305-1 -- “Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali”.
- Norma CEI 81-10/2 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio”.
- Norma CEI 81-10/3 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”.

- Norma CEI 81-10/4 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”.
- Norma CEI 81-10 variante V1 - “Protezione contro i fulmini”
- Norma It. CEI EN 62305-3/A11 - Class. CEI 81-10/3;V1 - CT 81 - “Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”
- Norme UNI EN 12464-1 - “Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni”.
- Norma CEI UNEL 35024/1 ed errata corregge - “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- Norma CEI UNEL 35026 - “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000V in corrente alternata e 1.500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”.
- Norma UNI 9795: 2021 - “Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d’incendio. Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore, rilevatori ottici lineari di fumo e punti di segnalazione manuali”.
- Norma UNI EN 54-1 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio. Introduzione”.
- Norma UNI EN 54-2 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio. Centrale di controllo e segnalazione”.
- Norma UNI EN 54-3 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio - Dispositivi sonori di allarme incendio”.
- Norma UNI EN 54-4 - “Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio. Apparecchiatura di alimentazione”.
- Norma UNI EN 54-5 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori di calore. Rivelatori puntiformi con un elemento statico”.
- Norma UNI EN 54-6 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori di calore. Rivelatori velocimetrici di tipo puntiforme senza elemento statico”.
- Norma UNI EN 54-7 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori puntiformi di fumo. Rivelatori funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione”.
- Norma UNI EN 54-8 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Rivelatori di calore a soglia di temperatura elevata”.
- Norma UNI EN 54-9 - “Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d’incendio. Prove di sensibilità su focolari tipo”.
- Norma CIE N°88/1990: “Guide for the lighting of the road tunnels”
- CIE 088:2004 “Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses”
- Norme UNI 10439 - Illuminazione di strade a traffico motorizzato.
- Norma UNI 10819 – “Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- Norme UNI 11095 Edizione Febbraio 2021: “Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali”.
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale Edizione 2012 - “Selezione delle categorie illuminotecniche”.
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale variante Edizione 2016 - “Selezione delle categorie illuminotecniche”.

- Norma UNI 11431 febbraio 2021 – “Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”;
- Norma UNI 13201-2 Illuminazione stradale parte II Edizione 2016 - “Requisiti prestazionali”.
- Norma UNI 13201-3 Illuminazione stradale parte III Edizione 2016 - “Calcolo delle prestazioni”.
- Norma UNI 13201-4 Illuminazione stradale parte IV Edizione 2016 - “Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”.
- Norme CEI UNEL 37118-72 - Tubi di PVC serie pesante;
- Circolare ANAS prot. n° 7735 - 8 Settembre 1999: Direttiva per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali.
- Linee Guida ANAS dicembre 2009: Direttiva per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali.
- Tabelle unificazione elettrica Unel.
- Disposizioni dell’Ente erogatore dell’energia elettrica (Enel).
- Disposizioni ISPESL.
- Disposizioni A.S.L.
- Disposizioni Comunali.
- Disposizioni comando Vigili del Fuoco (VVF)
- Varie ed eventuali

Al termine dei lavori la Ditta appaltatrice dovrà rilasciare la regolare Dichiarazione di conformità di quanto eseguito in ottemperanza a quanto disposto dall’art. 7 del D.M. n° 37 del 22 Gennaio 2008. Sarà cura della Ditta Appaltatrice fornire la certificazione di rispondenza alle norme CEI 17-13 dei quadri installati (tale certificazione dovrà essere in ogni caso redatta dal costruttore dei quadri stessi).

#### **1.4. DISTRIBUZIONE PRIMARIA**

L’energia elettrica sarà fornita dall’Ente distributore mediante consegna in bassa tensione a tensione 400V+N 50 Hz che alimenterà il quadro generale ubicato all’interno del fabbricato tecnologico situato in prossimità dell’imbocco lato Cinquefrondi.

Il locale sarà altresì equipaggiato con le seguenti apparecchiature:

- N.1 gruppo di continuità UPS avente potenza nominale 10KVA autonomia 30 minuti.

Con riferimento alle tensioni nominali il sistema elettrico sarà di 1° categoria a valle dei trasformatori e 2° categoria a monte degli stessi.

In riferimento alle tensioni nominali il sistema elettrico risulta pertanto essere di 1° categoria.

In riferimento al modo di collegamento a terra il sistema elettrico risulta essere del tipo TT.

Gli impianti oggetto del presente intervento prenderanno origine da un interruttore automatico magnetotermico e differenziale che sarà installato all’interno del quadro generale attualmente esistente all’interno della struttura.

#### **1.5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell’impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell’isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni e carcasse metalliche accessibili destinate ad adduzione, distribuzione e scarico, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

#### Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti.

##### Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza; esso comprende:

- il dispersore (costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno) che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione, partente dal collettore di terra, e collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili.
- È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 6 mmq;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

##### Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata attuando il coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori automatici (magnetotermici e/o differenziali). Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con interruttori che assicurino l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_t < 50/I_d$$

## **1.6. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE**

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza di trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f < 1.45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle CEI 23-3 e CEI 17-5

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

La protezione deve essere assicurata sia per le correnti di corto circuito massimo sia per le correnti di corto circuito minimo:

$I_{cc}(\text{della linea}) < I_{cc}(\text{dell'interruttore})$

Deve inoltre essere soddisfatta la relazione (Verifica dell'energia specifica passante):

$$I^2 t < K^2 S^2$$

Essendo:

- $I$  = Corrente di corto circuito in valore efficace.
- $t$  = Durata in secondi.
- $s$  = Sezione del conduttore in mmq.
- $k$  = Parametro pertinente il tipo di isolante del cavo impiegato.

### **1.7. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

La protezione contro i contatti diretti consiste nelle misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive.

In linea generale le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X, inteso nel senso che il "dito di prova" non possa toccare parti in tensione; gli involucri e le barriere devono essere saldamente fissati, avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazioni delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

### **1.8. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI**

I locali interni al fabbricato tecnologico sono da considerarsi ambienti ordinari pertanto il grado di protezione minimo richiesto è di IP2X per il quadro di media tensione e IP3X per il quadro cabina di bassa tensione.

Il locale per alloggio quadri di distribuzione secondaria è da considerare ambiente ordinario, tuttavia visto la loro ubicazione (ridosso di strada) si dovrà conseguire una tipologia di esecuzione che garantisca il grado di protezione minimo IP4X.

Nelle aree esterne ai locali tecnologici è richiesto un grado di protezione IP44/55.



In tutti i vari ambienti sono stati previsti dei corpi illuminanti autonomi per luce di sicurezza atti ad entrare automaticamente ed istantaneamente in funzione al mancare della tensione dalla rete Enel; in particolare, in corrispondenza delle uscite e delle vie di esodo sono stati garantiti i livelli di illuminamento minimi richiesti dalle norme pari a 5 lux; negli altri ambienti sarà sufficiente garantire un livello di illuminamento medio di 2 lux.

La fornace della galleria è da considerare ambiente a maggior rischio in caso di incendio secondo le definizioni di cui alle norme CEI 64-8/7 sezione 751; in particolare si dovrà conseguire una tipologia di esecuzione che garantisca il grado di protezione minimo IP55.

### **1.9. SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI**

I componenti elettrici saranno scelti in base alle caratteristiche ambientali, di uso e di manutenzione.

In particolare quelli che nel funzionamento ordinario possono produrre archi o scintille verranno racchiusi in contenitori di materiale resistente agli archi e alle scintille; se questi saranno di materiale isolante, verranno scelti con caratteristiche di autoestinguenza e di attitudine a non innescare incendi (prova del filo incandescente) certificate dal Costruttore. Per i cavi di alimentazione e le cassette di derivazione inerenti agli impianti di emergenza e sicurezza dovranno essere del tipo resistente al fuoco per garantire funzionamento di 180 minuti a 850°C secondo norma EN 50362

Verranno scelte apparecchiature e componenti muniti di Marchio Italiano di Qualità od altro marchio riconosciuto o certificate rispondenti alle relative norme specifiche.

### **1.10. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ELETTRICI**

Il dimensionamento di apparecchiature e organi di protezione è stato effettuato, in accordo con le Norme relative, seguendo le indicazioni del Costruttore e in funzione delle caratteristiche e potenzialità delle utenze da alimentare.

Le tubazioni e i contenitori in genere, atti a contenere il materiale elettrico, sono previsti con dimensioni tali da permettere tutte le operazioni di posa e di manutenzione in sicurezza, e con un margine di riserva per modifiche future.

La protezione delle linee e delle apparecchiature contro i sovraccarichi e i cortocircuiti sarà assicurata scegliendo interruttori magnetotermici con caratteristiche adeguate, in accordo con la norma CEI 64-8 cap. 43.

Particolare attenzione sarà posta nella scelta di apparecchiature e componenti ai fini di ridurre la possibilità che gli stessi siano causa di incendio.

Tutti gli apparecchi di protezione verranno scelti in modo che l'energia specifica lasciata passare ( $I^2t$ ) sia inferiore a quella delle linee e delle apparecchiature da proteggere.

Tutte le linee elettriche presenti nel presente intervento sono state dimensionate e verificate in modo che dai punti di consegna fino all'utilizzatore più lontano il valore della caduta di tensione non supera mai il 4%; fanno eccezione le linee elettriche di alimentazione dell'illuminazione esterna (svincoli) dove la caduta di tensione è sempre contenuta entro il 5% complessivo.

### **1.11. MATERIALI DA IMPIEGARE**

Tutti i materiali, apparecchiature e componenti soddisferanno i requisiti di sicurezza e qualità degli Enti autorizzati dallo Stato quali:

- Istituto Italiano per il Marchio di Qualità (IMQ)
- Centro Sperimentale Italiano (CESI).
- altri Enti ed Istituti espressamente considerati come equivalenti dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)

## **2. LOCALE TECNOLOGICO E DISTRIBUZIONE PRINCIPALE**

### **2.1. QUADRI DI BASSA TENSIONE**

#### **2.1.1. STRUTTURA GENERALE DEL QUADRO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

La struttura del quadro sarà realizzata con montanti funzionali (predisposti per fissaggio pannelli, cerniere porte, ancoraggi per eventuali affiancamenti, ecc.) in profilati di acciaio e pannelli di chiusura.

Le parti metalliche costituenti e le relative pannellature dovranno avere spessore non inferiore a 20/10 di mm. La carpenteria nel complesso dovrà essere opportunamente trattata, internamente ed esternamente, contro la corrosione mediante cicli di verniciatura esenti da ossidi di metalli pesanti di colore RAL7030.

Tutte le pannellature dovranno essere bordate e fissate alla struttura con viti a brugola incassate.

Quelle costituenti le portine anteriori dovranno muoversi su cerniere non visibili all'esterno; il quadro sarà dotato di pannello con porta trasparente, la tenuta dovrà essere affidata a guarnizioni in gomma antinvecchiante e la chiusura a serratura con chiave tipo Yale o ad impronta, incassata quadra o triangolare.

Le portine dovranno essere inoltre opportunamente asolate per la fuoriuscita delle leve di comando degli interruttori di potenza installati all'interno della carpenteria; tutte le asole dovranno essere rifinite con idonee cornicette coprifilo. Le portine anteriori dovranno poter essere facilmente smontabili.

La carpenteria sarà dimensionata affinché la temperatura di esercizio assicuri una adeguata dissipazione per convezione ed irraggiamento del calore prodotto dalle perdite, in relazione alle condizioni ambientali di installazione, determinate dalle indicazioni di progetto.

Tutti i componenti elettrici di manovra/protezione/misurazione saranno facilmente accessibili dal fronte, mediante pannelli di altezza standard avvitati o incernierati. Ciascun pannello frontale, sarà predisposto di adeguate asole per consentire il passaggio delle apparecchiature. Il fissaggio degli elementi costituenti la struttura metallica portante, nonché le parti funzionali, avverrà a mezzo di opportuna viteria, cerniere ed altri sistemi di fissaggio, in grado di mantenere la continuità metallica tra le parti.

Dato che il quadro comprende più sezioni aventi fonti di alimentazione distinte, dette sezioni saranno segregate tra loro, mediante l'uso di idonee barriere e diaframmi, di modo che sia possibile svolgere operazioni sui conduttori attivi di una sezione, senza disalimentare le altre e senza correre il rischio di venire a contatto con i loro conduttori attivi.

Nel dimensionamento del quadro si terrà conto di eventuali ampliamenti, pertanto si dovrà considerare uno spazio libero disponibile del 20 %.

#### **2.1.2. APPARECCHIATURE**

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide (se modulari) o su apposite piastre di base (predisposte di tutte le forature e posizioni di montaggio necessarie all'installazione delle apparecchiature stesse), fissate su specifiche traverse di sostegno.

I componenti saranno facilmente ispezionabili per manutenzione, ampliamento e/o sostituzione.

La componentistica relativa a indicazioni/visualizzazioni analogiche/digitali nonché pulsanteria, selettori e commutatori, saranno fissati sui pannelli frontali.

In particolare le apparecchiature di misura verranno posizionate nella parte frontale superiore del quadro, onde consentire una rapida ed efficace lettura dei parametri rilevati.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette serigrafate indicanti il circuito/servizio di appartenenza.

Nel quadro verrà installata la configurazione di apparecchiature/sistemi prevista nelle indicazioni di progetto.

La struttura sarà idonea per ospitare le normali tipologie di apparecchiature elettriche.

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI EN 61439-1).

Il quadro sarà percorso da una sbarra in rame elettrolitico solidamente imbullonata alla struttura metallica, in posizione facilmente accessibile, per effettuare i collegamenti dei conduttori dell'impianto di messa a terra e delle utenze derivate.

Tale sbarra dovrà avere una sezione non inferiore a 25 mm<sup>2</sup>. Dovendo essere prevista l'accessibilità dei quadri dalla portella frontale, verranno previste le opportune precauzioni contro i contatti accidentali quali:

- segregazione delle parti attive dei circuiti di potenza;
- segregazione di morsetti e parti attive dei circuiti ausiliari.

L'arrivo delle alimentazioni delle varie utenze verranno riportate su di una morsettiera posta sulla parte bassa del quadro utilizzando morsetti su profilato DIN di varia sezione a seconda della tipologia dei cavi in uscita.

### **2.1.3. STRUMENTI DI MISURA**

A valle di ogni interruttore generale dovranno essere inseriti strumenti digitali in grado di eseguire le misure delle seguenti grandezze:

- Tensioni di alimentazione concatenate e di fase (V)
- Correnti assorbite da ogni fase (A)

### **2.1.4. COLLEGAMENTI - CIRCUITI DI POTENZA**

Le sbarre principali omnibus o le morsettiere di cablaggio (in relazione alla portata nominale della barratura di cablaggio) di ciascuno dei sistemi di energia dovranno essere dimensionate termicamente secondo la tabella UNEL 01433-72 per un'intensità doppia di quella della taglia degli interruttori generali della rispettiva sezione.

Le sbarre di distribuzione secondaria dovranno essere invece dimensionate termicamente per un'intensità pari a 1,5 volte a quella degli interruttori generali della rispettiva sezione.

Tutte le sbarre verranno inoltre dimensionate per sopportare le sollecitazioni dinamiche per i valori delle correnti di corto circuito previste nelle indicazioni di progetto. Le sbarre saranno in rame elettrolitico, di sezione rettangolare a spigoli arrotondati, e saranno fissate alla struttura a mezzo di appositi supporti isolanti (portabarre) che non generino, in caso di fuoco, fumi tossici.

Sia le sbarre che i supporti isolanti saranno disposti in modo tale da permettere modifiche/ampliamenti futuri. I collegamenti tra i sistemi sbarre nonché tra sbarre ed apparecchi di manovra e protezione saranno realizzati mediante adeguati connettori/collegamenti prefabbricati standard. Il conduttore di protezione, in barra di rame, dovrà essere dimensionato sulla base delle sollecitazioni dovute alle correnti di guasto (vedi CEI EN 61439-1).

Ciascuna sbarra sarà contraddistinta con adeguati contrassegni autoadesivi indicanti la fase. Nel caso si adottino conduttori per i collegamenti di potenza, gli stessi saranno in cavo unipolare, con tensione nominale coerente con le restanti parti attive del quadro, del tipo FG17.

Tutti i conduttori dei circuiti di potenza, ausiliari e di misura saranno numerati alle estremità ed si attesteranno ad apposite morsettiere del tipo componibile su guida unificata, munite di numerazione corrispondente agli schemi elettrici di progetto e opportunamente separate con diaframmi isolanti tra le varie utenze.

Salvo diversa prescrizione, la sezione minima sarà di 6 mm<sup>2</sup> del tipo FG17. Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopico. Il serraggio dei terminali nel morsetto, sarà del tipo antivibrante con lamella di pressione interposta con la vite di serraggio.

La colorazione dei morsetti di terra sarà obbligatoriamente giallo/verde. La circolazione dei cavi di potenza ed ausiliari avverrà all'interno di apposite canaline con coperchio a scatto, o sistemi di distribuzione equivalenti.

Per quanto attiene le colorazioni, saranno obbligatoriamente adoperati il colore giallo/verde per i conduttori di protezione, azzurro per i conduttori di neutro e tre colori distinti per le tre fasi, comunque scelti tra quelli previsti dalle norme.

#### **2.1.5. COLLEGAMENTI - CIRCUITI AUSILIARI**

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili di tipo FG17 con le seguenti sezioni minime:

- Circuiti di comando e segnalazione: 2,5 mm<sup>2</sup>
- Circuiti di misura voltmetrica: 1,5 mm<sup>2</sup>
- Circuiti di misura amperometrica: 2,5 mm<sup>2</sup>

Saranno previste delle canalette di collegamento in materiale termoplastico autoestinguente per la posa dei cablaggi.

Le terminazioni dei conduttori saranno provviste di adatti capicorda, a spina, a forcina e/o ad occhiello, opportunamente isolati.

Ciascun conduttore sarà completo di numerazione, corrispondente con quanto riportato in morsettieria, nonché sullo schema funzionale. I conduttori appartenenti a circuiti diversi saranno identificabili differenziando i colori delle guaine stesse, o a mezzo di contrassegni/collarini adesivi o a pressione, brevettati.

#### **2.1.6. MORSETTIERE**

I quadri dovranno essere corredati di morsetti adatti alla connessione dei cavi di potenza oltre che di morsetti di sezione minimo 4 mm<sup>2</sup> per le uscite dei comandi a distanza e delle segnalazioni. In futuro dovranno comunque essere facilmente sostituibili con altri morsetti di maggior sezione nell'eventualità di una variazione dei tipi di cavi da collegare. Le morsettiere saranno poste sulla parte bassa del quadro.

Tutti i contatti ausiliari dei dispositivi di protezione, sezionamento e manovra dovranno essere riportati in morsettieria per renderli disponibili all'acquisizione da parte del sistema SCC del segnalamento.

### **2.1.7. CARATTERISTICHE PRINCIPALI**

#### Struttura metallica

Ogni scomparto dovrà essere una unità indipendente, costituita da una struttura autoportante in lamiera di acciaio, spessore 20-30/10 mm, composta da elementi normalizzati, provvisti di forature modulari, assiemati tra loro mediante punti elettrici e viti speciali che ne assicurano robustezza e continuità elettrica.

Su tale struttura, ove previsto progettualmente, dovranno essere applicate le chiusure laterali e posteriori in lamiera, le portelle anteriori, i setti di compartimentazione e segregazione, i supporti metallici per i diversi apparecchi.

Lo spessore minimo della lamiera d'acciaio per tali elementi non dovrà essere inferiore a 20/10 di mm, riscontrato prima dei trattamenti protettivi.

Gli scomparti dovranno essere suddivisi nelle seguenti zone:

- Zona anteriore riservata alle celle degli apparecchi di potenza, agli strumenti di misura e/o protezioni e ai servizi ausiliari; tale zona è suddivisa da celle individuali, chiuse metallicamente su tutti i lati con dimensioni modulari in funzione delle apparecchiature da alloggiare
- Prima zona posteriore, contenente le sbarre di derivazione e le connessioni in sbarra degli interruttori di grande portata
- Seconda zona posteriore, riservata alle connessioni di potenza degli interruttori che sono normalmente realizzate in cavo

La zona anteriore che alloggia la sezione delle apparecchiature a conformazione modulare dovrà essere dotata di doppio frontale con pannellatura in vetro trasparente stratificato.

#### Interruttori

Gli interruttori d'utenza dei circuiti esterni potranno essere di tipo scatolato e/o modulari in esecuzione fissa. Gli interruttori che alimentano i circuiti di cabina dovranno essere di tipo modulare in esecuzione fissa.

Gli interruttori suddetti dovranno essere opportunamente coordinati tra di loro in modo da garantire la selettività, la protezione dei circuiti e tarati secondo quanto indicato negli schemi di progetto.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di corto circuito trifase calcolata sulle sbarre del quadro di b.t.

Eccezioni: in alcuni casi il potere di interruzione dell'interruttore automatico potrà essere inferiore alla corrente di corto circuito suddetta, se a monte esiste un dispositivo:

- che abbia un potere di interruzione corrispondente alla corrente di corto circuito sopra determinato (filiazione);
- che limiti l'energia specifica passante (Ft) a un valore inferiore a quello ammissibile dall'interruttore automatico e dai conduttori protetti.

#### Sbarre principali e derivazioni

Le connessioni interne tra le varie apparecchiature dovranno essere realizzate con apposite morsettiere di cablaggio di idonee dimensioni in rapporto agli interruttori da cablare previsti all'interno del quadro e dovranno avere una portata non inferiore a 63A e comunque opportunamente dimensionate e ammarate per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche conseguenti alle correnti di corto circuito.

### Segregazioni

La forma di segregazione dovrà essere quella prevista dagli elaborati di progetto.

### Circuiti ausiliari e cablaggi

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere disposte in celle separate metallicamente dalle celle interruttori.

Dovrà essere sempre possibile accedere alle apparecchiature ausiliarie con il quadro in tensione. Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti l'incendio tipo FS17 e/o FG17 (a seconda del settore ordinario o sotto UPS di sicurezza), di sezione non inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di potenza.

Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione, e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni.

I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti.

Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate. Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra.

Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettiera per poter essere utilizzati per il telecomando e il telecontrollo dal Centro Operativo.

### Messa a terra

Una sbarra collettiva in rame, avente una sezione nominale di 200 mm<sup>2</sup>, dovrà percorrere longitudinalmente tutto il quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali.

Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm<sup>2</sup>.

### Verniciatura

Il ciclo di verniciatura per i quadri di bassa tensione dovrà essere del tutto simile a quello previsto per i quadri di media tensione.

### Grado di protezione

- IP31 sull'involucro esterno
- IP20 all'interno del quadro

### Accessori

Serie di accessori che dovranno essere forniti:

- Mensola di supporto leve varie e maniglie
- Golfari di sollevamento
- Vernice per ritocchi punti danneggiati
- Schemi e disegni di progetto
- Istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro
- Targhe d'identificazione apparecchiature
- Schema unifilare in dotazione alla carpenteria

- Cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme al DPR 547 ed al D.L. 626;
- Prove di tipo
- Manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

### **2.1.8. CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEI DIVERSI TIPI DI QUADRO BT**

Si indicano di seguito alcune caratteristiche peculiari per i quadri previsti nel presente intervento:

Quadri di distribuzione secondaria

Caratteristiche Elettriche

Tensione isolamento fino a: 690V

Tensione esercizio fino a: 400V

Numero delle fasi: 3F+N

Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi:

1kV

Frequenza nominale: 50Hz

Corrente nominale sbarre principali: fino a 160A

Corrente nominale sbarre di derivazione: fino a 160A

Corrente nominale ammissibile di breve durata: 15kA

Corrente nominale ammissibile di picco: 25kA

Durata nominale del corto circuito simmetrico: 1"

Grado di protezione sul fronte: fino a IP55

Grado di protezione a porta aperta: almeno IP20

Forma di segregazione: max 2

Tenuta meccanica: min IK07

Il quadro è composto da unità modulari aventi accessibilità dal fronte e le seguenti dimensioni di ingombro massime:

Larghezza: almeno 1800mm

Profondità: almeno 400mm

Altezza: almeno 2000mm

## **2.2. SISTEMI DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA**

### **2.2.1. GRUPPI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA**

All'interno del fabbricato tecnologico sarà installato un gruppo di continuità avente potenza nominale 10KVA autonomia 30 minuti.

Il gruppo di continuità avrà un proprio armadio metallico e sarà alimentato dal relativo quadro elettrico come evidenziato all'interno degli schemi dei quadri elettrici allegati al progetto.

Il sistema di continuità avrà alimentazione filtrata, stabilizzata ed affidabile e del tipo a doppia conversione al fine di permettere la massima protezione per i carichi collegati. Gli UPS saranno di tipo industriale.

Tutti gli UPS dovranno essere costituiti almeno dai seguenti componenti:

- Dispositivo di protezione ingresso Raddrizzatore;
- Filtro di spianamento L-C;
- Dispositivo di protezione Batteria;
- Inverter trifase IGBT;
- Filtro Armoniche uscita Inverter;
- Commutatore Statico ad SCR;

- Sezionatore sotto carico Ingresso Commutatore Statico;
- Sezionatore sotto carico uscita UPS;
- Sezionatore sotto carico Bypass manuale;
- Armadio batterie.

I carichi essenziali di cabina vengono sempre alimentati dall'inverter, che fornisce una tensione sinusoidale filtrata e stabilizzata, in forma e frequenza.

Durante il funzionamento normale l'alimentazione è fornita in modo continuo dall'inverter il quale è alimentato dalla rete tramite il Raddrizzatore Carica Batterie.

L'Inverter sarà caratterizzato dai seguenti valori per la Distorsione armonica Totale :

- con carico lineare <1%
- con carico non lineare e fattore di cresta 3:1 <3%

Il carica batterie eroga automaticamente l'energia necessaria per il mantenimento del massimo livello di carica della batteria di accumulatori.

Nel caso in cui dovesse presentarsi la necessità di effettuare operazioni di manutenzione o controlli sulla batteria di accumulatori deve essere possibile isolare la batteria, l'UPS deve continuare a funzionare regolarmente in conformità ai valori di rendimento specificati anche in caso di batteria scollegata.

L'UPS dovrà controllare i parametri della batteria (tensione, corrente, temperatura e calcolo autonomia) sia in carica che in fase di scarica.

L'UPS dovrà essere dotato di un sistema di distacco automatico della batteria nel caso di bassa carica della stessa al fine di evitarne il danneggiamento. Al rientro della tensione da rete l'UPS dovrà riavviarsi automaticamente ricaricando le batterie e ricominciando ad erogare sulle utenze.

Se la rete primaria è assente o fuori dalle tolleranze ammesse ( $\pm 20\%$  della tensione di rete), l'energia alle utenze è assicurata dalle batterie di accumulatori; durante questa fase la batteria è in scarica.

L'utente è avvisato dello stato di funzionamento da segnalazioni sia visive che acustiche (avaria), inoltre il display di cui è dotata la macchina permette di conoscere l'autonomia disponibile residua; durante questa fase è possibile aumentare l'autonomia disalimentando alcune utenze.

Nel caso in cui la rete primaria di alimentazione rientri nei valori nominali l'UPS torna a funzionare normalmente in maniera automatica.

La macchina dovrà prevedere una porta seriale del tipo 485 con interfaccia MODBUS RTU ed una memoria interna non volatile.

L'UPS dovrà essere predisposto con un pannello di comando con interfaccia grafica e comando di arresto di emergenza E.P.O (Emergency Power Off) integrato, che blocca elettronicamente convertitore inverter e commutatore statico e scollega le batterie.

Per disabilitare l'E.P.O. si dovrà far ripartire l'UPS.

Nell'UPS si dovrà prevedere la predisposizione anche per E.P.O remoto.

Entrambi gli UPS saranno alimentati in tampone da un blocco di accumulatori stazionari al piombo di tipo regolato con valvola, contenuti all'interno di armadi metallici, e garantire un'autonomia di 2 ore a pieno carico per ciascun UPS.

I vani che ospitano i due blocchi di accumulatori relativi a ciascun UPS, dovranno essere opportunamente segregati e muniti di sezionatori di arrivo linea per eventuali manutenzioni.

Le batterie dovranno essere del tipo a Pb ermetico regolate da valvole in un contenitore, finemente verniciato, con grado di protezione minimo IP20, e dovranno essere caratterizzate da:

- Piastre positive e negative e griglie progettate per le scariche rapide;
- Elettrolita assorbito nel separatore costituito da microfibre in vetro ad altissima porosità;
- Valvole di sfiato di sicurezza unidirezionale;



- Il contenitore dovrà essere costruito in materiale antiurto ABS ritardante la fiamma, Spec. UL 94 —HB classifica VO;
- Durata di funzionamento prevista oltre 10 anni in tampone alla temperatura di 25°C;
- Realizzazione conforme alle norme IEC 896 — parte 2 (progetto) e BS 6290 — parte 4;
- Coperture isolanti sui poli della batteria al fine di evitare contatti accidentali con parti in tensione.

La batteria dovrà essere conforme alle prove della guida "EUROBAT" Tabella 1 paragrafo ad alta sicurezza, vita attesa 10-12 anni.

Nel locale in cui saranno installati tali armadi batterie dovranno essere rispettate le prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori riportate nella Norma CEI 21-39.

### **2.3. CANALIZZAZIONI PRINCIPALI**


Le canalizzazioni di adduzione principale saranno così realizzate:

- con cavidotti corrugati a doppia parete di idoneo diametro ad alto grado di schiacciamento del tipo interrato a profondità maggiore di 60cm rinfiancati con strato di calcestruzzo nei tratti compresi fra le cabine di trasformazione e gli imbocchi delle gallerie. Detti cavidotti dovranno essere interconnessi con quelli già installati in uscita dalle due cabine di trasformazione a servizio degli impianti già eseguiti sulla galleria realizzata.
- con cavidotti corrugati tritubo a doppia parete di diametro 50mm ad alto grado di schiacciamento alloggiati nello spazio fra la banchina/marciapiede ed il profilo ridirettivo rinfiancati con sabbia e coperti con tabelloni prefabbricati in CAV come vie cavi per le alimentazioni delle utenze dal basso.
- con canalette del tipo traforato in acciaio INOX AISI 304 spessore 10/10mm complete di accessori di montaggio e fissaggio come vie cavi per le alimentazioni delle utenze dall'alto nei tratti in galleria
- con tubazioni in acciaio INOX AISI 304 complete di accessori di montaggio e fissaggio come vie cavi per le alimentazioni delle utenze secondarie in galleria.

### **2.4. LINEE DI COLLEGAMENTO MONTANTI E DORSALI**

Il decreto legislativo n° 106 del 16/06/2017 [adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni della direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) e Regolamento CPR UE 305/11] pubblicato sulla G.U. n° 159 del 10/07/2017, entrato in vigore il 09/08/2017, prevede che la scelta del cavo da installare venga effettuata in funzione del livello di rischio dell'ambiente di installazione. La nuova normativa CEI 64-8 variante V4 del 01/06/2017, che aggiorna gli articoli 527.1, 751.04.2.8 e 751.04.3, specifica chiaramente che tipologia di cavi si deve adottare nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio.

La tabella riporta le nuove designazioni dei cavi CPR in funzione dell’ambiente di installazione.

	LUOGHI	LIVELLO DI RISCHIO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee.</li> <li>• Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m.</li> </ul>	<b>ALTO</b>

Visto che il livello di rischio risulta non essere “ALTO” in quanto trattasi di gallerie stradali inferiori a 500 metri, e visto la sotto riportata tabella esplicativa:

I cavi sono stati classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco identificate dalle lettera da «F» a «A» e dal pedice “ca” (cable) in funzione delle loro prestazioni crescenti.

<i>A<sub>ca</sub></i>	<i>B1<sub>ca</sub></i>	<i>B2<sub>ca</sub></i>	<i>C<sub>ca</sub></i>	<i>D<sub>ca</sub></i>	<i>E<sub>ca</sub></i>	<i>F<sub>ca</sub></i>
-----------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

**Prestazioni ELEVATE**  **Prestazioni BASSE**

In Italia per i cavi sono stata adottate solo le classi B2ca, Cca e Eca, come previsto nella Norma CEI UNEL 35016. Oltre alla lettera che definisce la prestazione di un cavo come propagazione incendio e rilascio di calore, sono previsti dei criteri addizionali per quanto riguarda la produzione di fumo S, gocciolamento D e acidità A dei prodotti di combustione.

s3	s2	s1b	s1a
d2	d1	d0	
a3	a2	a1	

i cavi che transitano all'interno dei luoghi delle gallerie, pertanto, dovranno avere una prestazione non elevata e quindi una classificazione idonea come dovrà risultare dalla sotto riportata tabella:

	CLASSE	REQUISITI PRINCIPALI	REQUISITI AGGIUNTIVI		
		PROVE AL FUOCO (1)	FUMO (2)	GOCCE (3)	ACIDITÀ (4)
	B2 <sub>ca</sub> - s1a, d1, a1	B2 <sub>ca</sub>	s1a	d1	a1
		FS ≤ 1,5m THR1200s ≤ 15 MJ Picco HRR ≤ 30 kW FIGRA ≤ 150 Ws <sup>-1</sup> H ≤ 425mm	TSP1200s ≤ 50 m <sup>2</sup> picco SPR ≤ 0,25 m <sup>2</sup> /s trasmissione ≥ 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C <sub>ca</sub> - s1b, d1, a1	C <sub>ca</sub>	s1b	d1	a1
		FS ≤ 2,0m THR1200s ≤ 30 MJ Picco HRR ≤ 60 kW FIGRA ≤ 300 Ws <sup>-1</sup> H ≤ 425mm	TSP1200s ≤ 50 m <sup>2</sup> picco SPR ≤ 0,25 m <sup>2</sup> /s trasmissione ≥ 60 % < 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C <sub>ca</sub> - s3, d1, a3	C <sub>ca</sub>	s3	d1	a3
		FS ≤ 2,0m THR1200s ≤ 30 MJ Picco HRR ≤ 60 kW FIGRA ≤ 300 Ws <sup>-1</sup> H ≤ 425mm	no s1 o s2	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	no a1 o a2
	E <sub>ca</sub>	E <sub>ca</sub>	-	-	-
		H ≤ 425mm	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti

Precisato quanto sopra, le linee di collegamento montanti e dorsali previste saranno le seguenti:

- le alimentazioni all'interno della galleria saranno previste in cavo tipo FG18(O)M16 0,6/1kV classificazione B2ca s1a, d1, a1 rispondente alle Norme CEI 20-13 di adeguata sezione;
- le alimentazioni per le alimentazioni dei circuiti per e dagli UPS e per le alimentazioni delle apparecchiature di sicurezza e controllo saranno in cavo del tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca-s1a, d1, a1, rispondente alle Norme CEI 20-45 di adeguata sezione;
- le alimentazioni dell'illuminazione permanente e per quella di emergenza e per le alimentazioni dei servizi e apparecchiature di sicurezza e controllo all'interno delle gallerie derivate a valle del gruppo di continuità presenti all'interno della fornice saranno in cavo del tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca-s1a, d1, a1, rispondente alle Norme CEI 20-45 di adeguata sezione.
- Per quanto riguarda, invece, i cavi da impiegare all'interno del fabbricato tecnologico di galleria (fatti salvi quelli relativi ai circuiti di sicurezza) e quelli da installare in prossimità delle rotatorie e degli svincoli saranno impiegati cavi tipo FG16(O)R16 0,6/1kV in rame, classificazione Cca s3, d1, a3.

## **2.5. DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA**

Nel caso specifico, per dimensionamento dell'impianto elettrico di potenza si intende il dimensionamento delle apparecchiature principali di cabina quali trasformatori, gruppi di continuità assoluta e regolatori di potenza per il controllo della luminanza in galleria.

La scelta della loro taglia deriva dalla valutazione dei carichi da alimentare che si riassumono negli schemi elettrici di potenza.

## **2.6. IMPIANTI INTERNI AL LOCALE TECNICO ED IMPIANTO DI SERVIZIO ESTERNI**

I locali dell'edificio tecnico saranno tutti provvisti degli impianti di illuminazione e prese/f.m. occorrenti (oltre a tutti gli impianti speciali più ampiamente descritti in altra parte della presente relazione).

Tutti gli impianti saranno realizzati a vista con tubazioni rigide in PVC autoestinguente completi di raccordi ed accessori idonei al raggiungimento di un grado di protezione non inferiore ad IP44.

I cavi per la realizzazione di detti impianti saranno costituiti da cavi a doppio isolamento tipo FG16(O)R16 classificazione CPR Cca s3, d1, a3, di idonea sezione e formazione.

All'interno dei locali è prevista l'installazione di gruppi prese di servizio generalmente costituite da:

- prese 2P+T 10/16A tipo UNEL schuko universali;
- prese interbloccate 2P+T 16A tipo CEE con interruttore di blocco e fusibili di protezione;
- prese interbloccate 3P+T 16A tipo CEE con interruttore di blocco e fusibili di protezione.

All'interno del locale quadri e del locale UPS è prevista l'installazione di un impianto di condizionamento autonomo, comandato da relativo termostato, composto da unità esterna e relativa unità interna.

Gli impianti di illuminazione saranno realizzati tramite l'impiego di plafoniere con corpo e schermo in policarbonato autoestinguente complete di lampada fluorescente; i corpi illuminanti interni all'edificio saranno singolarmente comandati con interruttori a parete dedicati.

E' altresì prevista l'installazione di corpi illuminanti lungo le pareti esterni dell'edificio tecnico che saranno comandate in forma automatica tramite apposito relè crepuscolare.

All'interno di tutti i locali presenti, è prevista anche l'installazione di plafoniere autonome per l'illuminazione di emergenza complete ognuna di tubo fluorescente e batteria interna ricaricabile avente autonomia non inferiore a 60 minuti.

## **2.7. IMPIANTO DI TERRA**

All'esterno dei locali tecnologici e lungo tutta la percorrenza della galleria sarà realizzato un impianto di terra; l'impianto esterno al fabbricato tecnologico sarà costituito da una serie di dispersori di terra disposti in prossimità del fabbricato stesso e collegati tra di loro in parallelo con corda di rame nuda di sezione 35mmq.

All'interno della fornice sarà invece prevista la posa di un anello disperdente chiuso costituito da una corda di rame nuda avente sezione 50mmq.

I due impianti saranno tra loro collegati; a detto impianto dovranno altresì essere interconnesse tutte le masse e le masse estranee previste nel presente intervento con le modalità evidenziate all'interno degli elaborati di progetto allegati alla presente relazione.

### **3. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA**

#### **3.1. PREMESSA**

Lo scopo del progetto sarà la realizzazione degli impianti di illuminazione della galleria nel rispetto delle normative CEI, CIE n. 88/04, alla circolare del Ministero LL. PP. 7938 del 6/12/1999 alle norme UNI 11095, AL D.M. del 05 novembre 2001 e al D.M. 14 settembre 2005.

La sicurezza della galleria è stata affrontata in modo globale ed interessa in particolare tutte le installazioni tecnologiche presenti. Di seguito verrà descritto l'intervento previsto per la costruzione dell'impianto di illuminazione.

#### **3.2. CARATTERISTICHE DELLA GALLERIA**

L'intervento consiste nella realizzazione degli impianti di illuminazione a servizio delle gallerie presenti nel tratto stradale oggetto di intervento. Dovranno essere realizzati impianti di illuminazione rispondenti alle normative UNI 11095 del 2021, che tengano conto delle dimensioni e delle seguenti caratteristiche con cui è stato realizzato il progetto illuminotecnico:

- lunghezza dei tunnel (Lt)	m	290m circa
- larghezza corsie di marcia	m	3,75
- larghezza corsia di sorpasso	m	3,75
- larghezza banchina destra (Lm)	m	1,50 m (solo banchina 0,5m)
- larghezza banchina sinistra (Lm)	m	2,75 m (solo banchina 1,75 m)
- larghezza carreggiata complessiva (Lc)	m	11,75
- numero corsie		2
- senso di marcia		unidirezionale
- altezza utile massima	m	5,60
- pendenza media max	%	-2
- latitudine locale		43°N
- orientamento geografico		vedi planimetrie

#### **3.3. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**

Nel caso specifico, per dimensionamento dell'impianto elettrico di illuminazione galleria si intende il dimensionamento delle apparecchiature principali di cabina quali trasformatori, gruppi di continuità assoluta e centrali wireless per il controllo della luminanza in galleria.

La scelta della loro taglia deriva dalla valutazione dei carichi da alimentare che si riassumono negli schemi elettrici di potenza e nelle tabelle riportate in paragrafo precedente nella presente relazione. Come si evince dagli schemi elettrici di potenza del progetto, ai fini del presente dimensionamento è stato considerato un fattore di potenza pari a 0,9, in quanto i carichi risultano rifasati sia con condensatori in campo (ad esempio per gli apparecchi illuminanti), sia in modo centralizzato con adeguati quadri di rifasamento automatico a gradini. Inoltre, sempre a titolo cautelativo, è stato considerato un margine di sicurezza pari ad almeno il 30%.

Le potenze indicate negli schemi elettrici di potenza del progetto e relativamente agli impianti di illuminazione derivano dal numero di corpi illuminanti installati nelle gallerie di cui si dà dettaglio nella tabelle di progetto relative agli impianti di illuminazione:

In base a quanto fin qui esposto ed in relazione ai dimensionamenti realizzati, i componenti previsti all'interno dei rispettivi fabbricati tecnologici ed in precedenza richiamati risultano essere idonei e congrui alla alimentazione elettriche dei vari impianti previsti all'interno dell'intero lotto dei lavori.

### **3.4. CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E DATI TECNICI DI PROGETTO**

#### **3.4.1. CARATTERISTICHE IMPIANTI**

Il sistemi di illuminazione che dovranno essere realizzati saranno dimensionati secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione CIE n. 88/2004 “Guide for the Lighting of Road Tunnels and underpasses” con successive modifiche, norme UNI 11095, D.M. del 05 novembre 2001 e D.M. del 14 settembre 2005. Lo scopo è di garantire in ogni momento la visibilità di un adeguato tratto di strada davanti a sé, per conoscere l’andamento e riscontrare l’assenza di ostacoli, nonché la posizione e il movimento di altri veicoli; garantendo la stessa forma di sicurezza che prova negli altri tratti di strada.

Questo senso di sicurezza è necessario in particolare quando il conducente si avvicina al fornice di ingresso, affinché non effettui manovre precipitose di rallentamento, che potrebbero risultare pericolose. L’obiettivo è dunque di evitare il più possibile il passaggio brusco tra due tratti di strada diversamente illuminati, ma realizzare un passaggio graduale in modo tale da consentire al sistema visivo del conducente di adattarsi alla consistente variazione dell’illuminazione dell’ambiente. A questo scopo saranno realizzate quattro diverse zone di illuminamento: zona d’accesso, zona di soglia, zona di transizione, zona interna.

La zona d’accesso è quel tratto di strada immediatamente precedente l’ingresso del tunnel.

La zona di entrata è il tratto interno alla galleria, a partire dalla sezione di entrata, lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione da parte del conducente dell’oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico (nel nostro caso detto valore è pari a 124 metri), considerando le condizioni di abbagliamento dovute all’illuminazione diurna esterna alla galleria.

La zona di transizione rappresenta quella parte del tunnel successivo alla zona di entrata lungo il quale l’illuminazione deve garantire un valore medio di luminanza tale da consentire all’occhio del conducente di un veicolo di adattarsi ai livelli di luminanza della zona interna.

La zona interna è il tratto interno della galleria successivo alla zona di transizione lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione dell’oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico ed il percorso della galleria in sicurezza.

Nel tratto interno, l’illuminazione dovrà essere mantenuta costante per tutta la sua lunghezza.

Nel nostro caso le condizioni morfologiche al contorno dei due imbocchi e quindi di luminanza non si possono considerare simili per cui i rinforzi verranno realizzati per ottenere diagrammi di luminanza diversi. Gli apparecchi illuminanti saranno disposti su due file una per ogni corsia di marcia, con uno sviluppo per tutta la lunghezza della fornice. Anche per l’illuminazione diurna di rinforzo gli apparecchi illuminanti saranno disposti sulle stesse file. I corpi illuminanti prescelti per la realizzazione del progetto sono largamente sperimentati e realizzeranno le condizioni prescritte.

Saranno previsti i seguenti tipi di illuminazione:

- circuiti di illuminazione permanente in galleria: dalla cabina sono previsti per ogni fornice n.4 circuiti di illuminazione indipendenti (due da settore rete normale e due dal settore continuità assoluta derivata da UPS per ogni cabina). La soluzione proposta, per la continuità di servizio offerta, senza dubbio garantisce un ottimo livello di sicurezza dell’impianto ed asseconda totalmente, in rapporto alla sicurezza, le linee guida ANAS del dicembre 2009 nonché quanto indicato all’interno delle Norme CEI 64-20;

- circuiti di illuminazione rinforzo in galleria: la fornice è stata provvista n.8 circuiti di illuminazione indipendenti (tutti da settore rete normale suddivisi in n.4 circuiti per ogni fornice); i singoli corpi illuminanti saranno alimentati alternativamente dai due circuiti previsti sulla singola fila per tutto lo sviluppo della loro lunghezza;
- sistema di regolazione flusso luminoso: saranno impiegati per tutti i circuiti di illuminazione presenti (sia di rinforzo che permanente) centraline funzionanti in modalità wireless;

### 3.4.2. DATI TECNICI DI PROGETTO

Per la stesura del progetto esecutivo relativo alla illuminazione artificiale della galleria in oggetto sarà tenuto conto dei seguenti dati e precisamente:

- - velocità di progetto illuminotecnico	km/h	110
- - flusso di traffico (TGM) per direzione	v/g	15.120
- - coefficiente di manutenzione	%	80
- - fattore di riflessione carreggiata	%	7,01
- - fattore di riflessione pareti imbiancate	%	chiare 60
- - pendenza media	%	-2
- - orientamento imbocco		vedi planimetrie
- - tipo di pavimentazione carreggiata		tappeto usura 3cm
- - condizioni atmosferiche limpidezza (stato di bagnato < a 75 ore per anno)		
- - valore illuminamento orizzontale alla latitudine	Lux	57.500
- - distanza di visibilità meteorologica	m	20.000

### 3.5. ILLUMINAZIONE PERMANENTE (ORDINARIA E DI EMERGENZA)

L'illuminazione di base sarà costruita da una disposizione di apparecchi disposti con interdistanza costante dall'inizio al termine delle gallerie.

All'interno della galleria, come già in precedenza accennato, saranno installate nuove plafoniere disposte su due file.

I valori di luminanza, per l'illuminazione di base durante il giorno ad impianto nuovo, fanno riferimento alla distanza d'arresto assunta pari a 127 m in base a quanto riportato all'interno delle vigenti normative in relazione al limite di velocità del tratto stradale ed alla pendenza della strada lungo la percorrenza dei veicoli.

Le caratteristiche riflettenti dei manti stradali in galleria sono convenzionalmente assimilati a quelli della Tabella CIE C2.

Durante la notte i valori suddetti potranno dimezzarsi, ma non potranno essere inferiori alla luminanza esterna qualora la galleria faccia parte di un'arteria illuminata.

In regime diurno, l'uniformità longitudinale  $U1 = Lmin/Lmax$  su assi di calcolo paralleli all'asse della carreggiata, sarà, in base alle scelte adottate, superiore a 0,8. L'uniformità trasversale sarà superiore a 0,4.

L'incremento della soglia di abbagliamento TI dell'impianto non eccederà il 10% in regime diurno ed il 15% in regime notturno.

Per la determinazione del reticolo di calcolo, della posizione degli apparecchi illuminanti, della posizione dell'osservatore, del metodo di calcolo si sono seguite le indicazioni delle norme UNI 11095 del 2021.

### **3.6. ILLUMINAZIONE DI RINFORZO IN ENTRATA**

Il primo tratto d'imbocco della galleria sarà dotato di illuminazione di rinforzo durante le ore diurne, per consentire l'adattamento dell'occhio dai livelli di luminanza esterna ai livelli di luminanza dell'impianto di base.

Detti impianti saranno installati su due file.

Poiché i livelli esterni variano principalmente con le ore del giorno (primo mattino, mezzogiorno, sera) e con le condizioni atmosferiche esterne (pieno sole, nuvoloso, ecc.), i livelli di luminanza del rinforzo dovranno adeguarsi conseguentemente.

Nel tratto di rinforzo, la cui lunghezza dipende dalla distanza d'arresto sopra assunta, si distinguono due zone:

- zona di soglia;
- zona di transizione;

La zona di soglia, di lunghezza pari alla distanza d'arresto sarà illuminata per metà a luminanza costante, pari ad una frazione  $k=0,07$  della massima luminanza esterna.

Nella zona di transizione, la luminanza decresce dal valore della luminanza della zona di soglia al valore della luminanza di base con andamento dettato dalla CIE88/2004 e UNI 11095.

### **3.7. APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI**

L'impianto di illuminazione della galleria sarà realizzato mediante adeguati corpi illuminanti in alluminio estruso per l'illuminazione permanente, alluminio pressofuso per i corpi illuminanti dei rinforzi, in classe II e con grado di protezione IP65, equipaggiati con lampade a tecnologia a LED in accordo con le più recenti Direttive e linee guida dell'ANAS dicembre 2009 con quanto indicato all'interno delle Norme CEI 64-20.

#### **3.7.1. PROIETTORE SIMMETRICO CON TECNOLOGIA A LED**

Saranno impiegati apparecchi di illuminazione di questo tipo per l'illuminazione permanente lungo l'intera lunghezza della galleria, tale da consentire la omogenea ed uniforme illuminazione della stessa ai valori di sicurezza.

A tale proposito viene utilizzato il proiettore ad ottica simmetrica in disposizione bilaterale affacciata con interdistanza su ciascuna fila pari a 14 metri; la lampada utilizzata è da 30 W con tecnologia a LED con 4110 lumen di flusso luminoso e colore 4.000 °K.

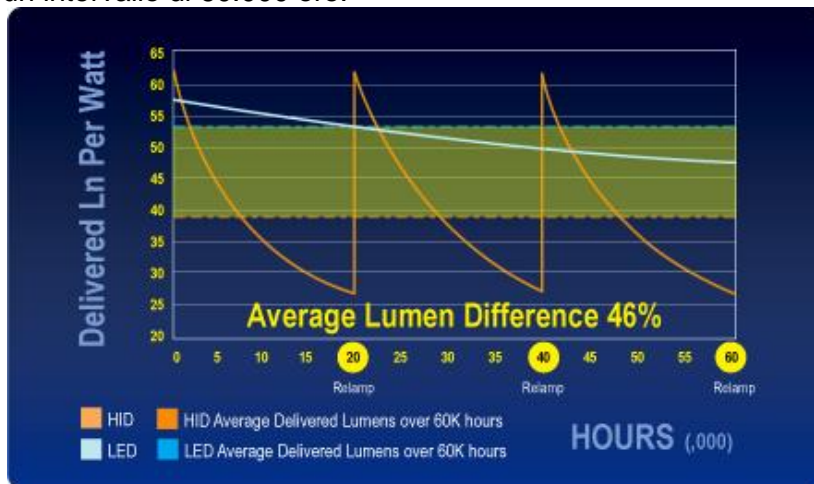
Nel caso di questa nuova infrastruttura abbiamo ritenuto opportuno proporre una illuminazione permanente con proiettori simmetrici ottica S a tecnologia LED ottenendo quindi oltre ai vantaggi economici, di gestione e di manutenzione anche i seguenti altri vantaggi:

#### Qualità della luce:

- I LED emettono luce bianca neutra, che permette di raggiungere un'illuminazione sicura per gli utenti della strada (abbassa i tempi di reazione all'imprevisto), con minor consumo di energia. La luce bianca attraversa molto meglio la nebbia, rendendo i veicoli più visibili. Inoltre i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza.



- L'indice di resa colorimetrica (CRI) indica la fedeltà di riproduzione dei colori: vale 75 per le lampade LED.
- L'idea di legare la tecnologia LED all'illuminazione stradale deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo: gli studi sulla visibilità con luce bianca si basano sul fatto che a seconda della luminanza utilizziamo o meno tutti gli apparati percettivi del nostro occhio (coni e bastoncelli). I risultati indicano che sono da preferire le sorgenti luminose con spettro prevalente nella banda del blu, come i LED, senza richiedere elevati valori di luminanza.
- Inquinamento luminoso:
  - Il LED è direzionale per costruzione ed emette un fascio luminoso definito, a 120°, da 110 lumen/watt (alimentazione a 350mA) e quindi riduce al minimo (Rn 0,0%) l'inquinamento luminoso. Il LED può essere interfacciato con delle ottiche secondarie per restringere il fascio luminoso.
- Durata:
  - Se si calcola la media dei lumen prodotti su 60.000 ore, si registrano prestazioni dei LED superiori a quelle di una tradizionale lampada a ioduri metallici (MH) di 400 watt accesa in posizione orizzontale (il valore di 60.000 ore è utilizzato ai fini di questo raffronto per indicare tre interi cicli di vita di una HID).
  - Il deprezzamento dei lumen nelle lampade MH, unito alle perdite totali imputabili all'ottica e al gruppo di alimentazione, riducono rapidamente gli output dei sistemi HID. È da notare che in 60.000 ore occorrono tre sostituzioni della lampada.
  - Al contrario, il LED ha una capacità di mantenere i lumen emessi sensibilmente migliore e un driver più efficiente. Si osservi inoltre che le lampade a LED di regola non necessitano di sostituzione di lampada nelle prime 60.000 ore di vita.
  - Questo fa sì che le prestazioni dei LED supereranno quelle dell'illuminazione MH (ioduri metallici) per l'intera durata dell'apparecchio.
  - Risultato: i lumen medi emessi da un LED sono superiori del 46% rispetto a quelli degli HID in un intervallo di 60.000 ore.



Manutenzione:

- i costi di manutenzione ordinaria degli apparati di illuminazione a LED sono di fatto annullati rispetto a quelli degli impianti al sodio attualmente in uso.

*Impatto ambientale:*

- I LED non contengono mercurio e sono conformi ai requisiti della direttiva RoHS (Restriction of Hazardous Substances - Restrizioni sull'uso di determinate sostanze pericolose nella costruzione di vari tipi di apparecchiature elettriche ed elettroniche).
- Se propriamente utilizzati, durano cinque volte più a lungo di una lampada a ioduri metallici, riducendo quindi l'impatto ambientale.

L'alimentazione di questi apparecchi avverrà tramite regolatori di potenza funzionanti in modalità wireless che provvedono a stabilizzare la tensione di alimentazione ed a regolarla per adeguare il flusso luminoso alle varie condizioni di visibilità.

L'adozione di tali regolatori consente di:

- aumentare la vita media delle lampade, poiché la tensione di alimentazione è mantenuta in un intervallo del  $\pm 1\%$  della tensione nominale;
- diminuire gli shock causati alle lampade dai cicli di accensione-spegnimento, poiché, tramite la regolazione, vengono ridotti al minimo i casi in cui occorre spegnere le lampade e, qualora ciò si renda necessario, si può eseguire un ciclo di accensione a tensione ridotta che riduce lo stress della lampada;
- risparmiare l'energia elettrica connessa alla riduzione della tensione di alimentazione nel periodo in cui la lampada è nuova ed il flusso luminoso emesso eccede il valore di progetto.

### **3.7.2. PROIETTORE ASIMMETRICO**

Saranno impiegati apparecchi di illuminazione di questo tipo con disposizione controflusso per i tratti iniziali della galleria, per la realizzazione di elevati livelli di luminanza ed illuminamento della sede stradale, rapportati, con opportuna regolazione, alle condizioni della luminanza esterna.

Nello specifico viene utilizzato il proiettore ad ottica asimmetrica a disposizione bilaterale affacciata, con interdistanze variabili, a seconda della potenza della lampada inserita e del grado di illuminamento e luminanza da ottenere nei vari tratti.

Le lampade utilizzate sono a tecnologia LED di potenza variabile tra 260W, 314W, 130W, 97W, 65W e 50W, rispettivamente da 38.220, 31.485, 19.110, 13.290, 9.555 e 6.850 lumen.

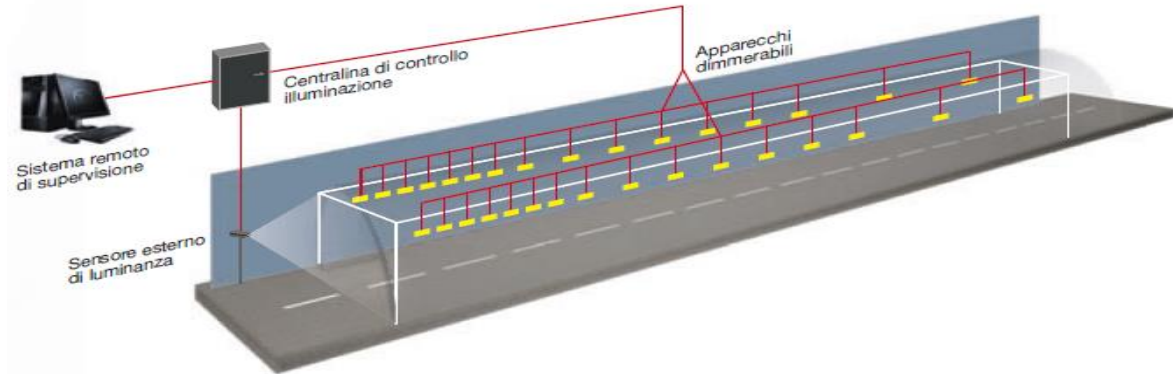
### **3.8. REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE**

La regolazione dei circuiti (sia di rinforzo che permanenti) sarà effettuata in modo continuo con l'utilizzo di regolatori di potenza funzionanti in modalità wireless; ogni apparecchio illuminante sarà adeguatamente integrato con dispositivo atto a permettere il dialogo fra il singolo corpo illuminante e la relativa centrale in modo da permettere la regolazione del flusso in relazione alle condizioni ambientali ed il controllo sullo stato del singolo punto luce.

Tale dispositivo consentirà di adattare il livello dell'illuminazione artificiale a quello della luce diurna, mutevole con le ore del giorno, con le condizioni meteorologiche e con le stagioni, al fine di garantire ai conducenti sempre un rapporto ottimale con l'illuminazione esterna.

La tecnologia LED si impone oggi come la migliore soluzione per impianti di illuminazione accesi durante le 24 ore. Gli apparecchi con tecnologia a LED, previsti nel progetto di variante, sono equipaggiati di un alimentatore elettronico in grado di regolare l'emissione luminosa agendo direttamente sulla corrente che alimenta i LED del gruppo ottico.

Con l'obiettivo di aumentare ulteriormente il risparmio e a fronte di variabili critiche quali il livello di luce naturale esterno, la velocità e la densità del traffico.



### 3.8.1. CARATTERISTICHE DEI REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO

Le apparecchiature di regolazione di flusso luminoso saranno di primaria casa nazionale e comunque ben evidenziati nelle tavole di progetto, negli schemi elettrici dei quadri, nelle specifiche tecniche e nelle voci estese di elenco prezzi, al fine di dare una inquadratura generale riportiamo le seguenti tabelle.

#### Caratteristiche tecnico descrittive del regolatore di flusso luminoso

Caratteristiche descrittive	
Scheda di controllo (motherboard): PC embedded con sistema operativo Linux	
Display a cristalli liquidi (LCD) 20x4 retroilluminato con regolazione del contrasto e della luminosità, munito di tre led e di una tastiera a 7 tasti	
Connessione USB	
Connessione di rete Ethernet	
Regolazione tensione/cicli di lavoro programmabili per la singola fase	
Tempi di accensione (preriscaldamento lampade), impostabili da programma	
Rampa di salita e di discesa impostabile dalla logica	
Selezione del valore di tensione in uscita nel campo 170-230 Volt delle fasce orarie fino ad un massimo di 10 periodi diversi	
Disponibilità di tre programmi annuali con cicli di accensione e riduzione in relazione ai fattori stagionali ed alle aree di ubicazione	
Lettura su display delle seguenti grandezze elettriche:	
→ Tensione a monte di ogni fase	→ Potenza reattiva assorbita di ogni fase
→ Tensione a valle di ogni fase	→ Cosφ di ogni fase in ingresso e uscita
→ Corrente assorbita di ogni fase	→ Frequenza di ogni fase in ingresso e uscita
→ Potenza attiva assorbita di ogni fase	→ Percentuale di carico e di riduzione
Compact Flash per registrazione misure/allarmi consultabili localmente o in telecontrollo (file di log)	
Calcolo e visualizzazione del risparmio energetico	
Predisposizione per forzature di funzionamento da segnale esterno (luce piena/ridotta/by-pass/accensione)	
Contatti puliti per segnalazione stato apparecchiatura	
Ingresso per comando di accensione con fotointerruttore esterno	

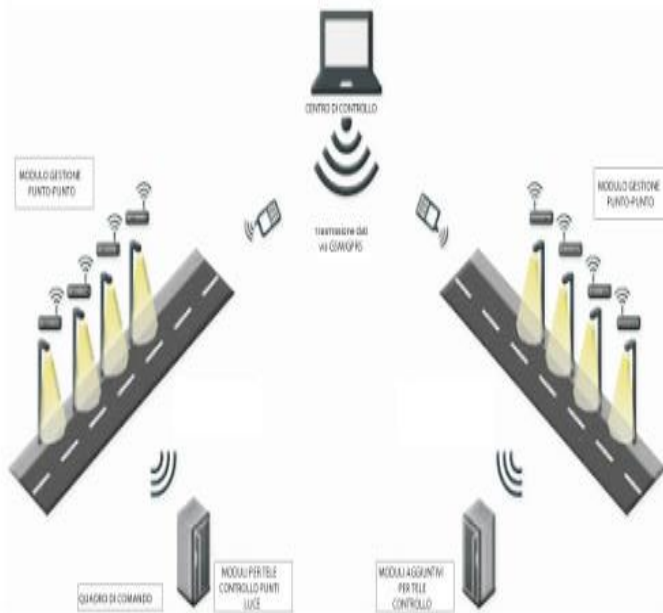
Detti componenti saranno installati all'interno dei relativi quadri elettrici di distribuzione per ogni circuito in uscita; la conformazione dell'apparecchiatura è quella in seguito riportata:

**Vista regolatore di flusso luminoso**

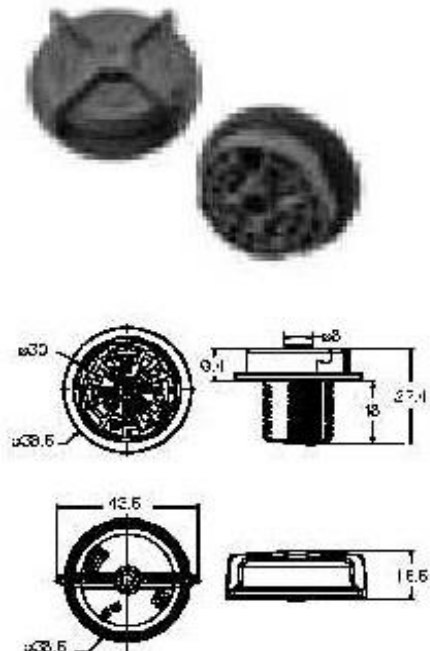


Il regolatore dialogherà con ogni singolo punto luce tramite un dispositivo installato su ogni corpo illuminante che, in modalità wireless, consentirà la gestione ed il comando di tutti gli impianti previsti nel presente intervento.

**Principio di funzionamento**



**Dispositivo punto-punto**



**3.9. CIRCUITI DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA**

I circuiti di illuminazione permanente saranno alimentati da n.2 circuiti di illuminazione indipendenti (uno per lato derivati da settore continuità assoluta da UPS). Il gruppo di continuità avrà un'autonomia pari a 30'.

Esso assicura il mantenimento di un illuminamento minimo nel caso di un guasto alle linee di alimentazione o nel caso di assenza di erogazione per "black-out".

PROGETTAZIONE ATI:

Infatti, l'improvvisa mancanza della luce all'interno della galleria potrebbe, da un lato, in condizioni di esercizio ordinario, indurre qualche conducente a rallentare improvvisamente e drasticamente la propria velocità con conseguente pericolo di tamponamenti a catena, dall'altro, in condizioni di emergenza per incendio, causare la mancanza di qualsiasi riferimento ottico agli utenti rimasti bloccati per consentire un agevole allontanamento dalle zone a rischio.

Per maggior garanzia in caso di incendio, i circuiti saranno alimentati con cavi elettrici a doppio isolamento di tipo FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca-s1a, d1, a1, non propaganti l'incendio, a bassa emissione di gas corrosivi, assenza di fumi opachi e a bassa tossicità, e del tipo resistenti al fuoco per 3 ore a 750° rispondenti alle norme CEI 20-45, 20-22, 20-36, e IEC754-1e IEC332-3.

Per tali linee anche le cassette di derivazione adottate saranno del tipo resistenti al fuoco, assicurando la continuità elettrica a 850°C per 90minuti in conformità alle condizioni termiche ed elettriche della norma EN 50362.

### **3.10. CALCOLI ILLUMINOTECNICI**

Per l'esecuzione dei calcoli illuminotecnici dei valori medi di illuminamento interno alle gallerie saranno eseguite altre calcolazioni per stabilire il valore della luminanza di soglia, in conformità alla pubblicazione CIE 88/2004 con suoi aggiornamenti, alle norme UNI 11095:2021 e UNI 11248:2016, al D.M. del 05 novembre 2001 e D.M. del 14 settembre 2005. come alle prescrizione del DM dei lavori pubblici del 9 marzo 2000. I risultati dei calcoli sono contenuti all'interno della specifica relazione allegata al presente progetto

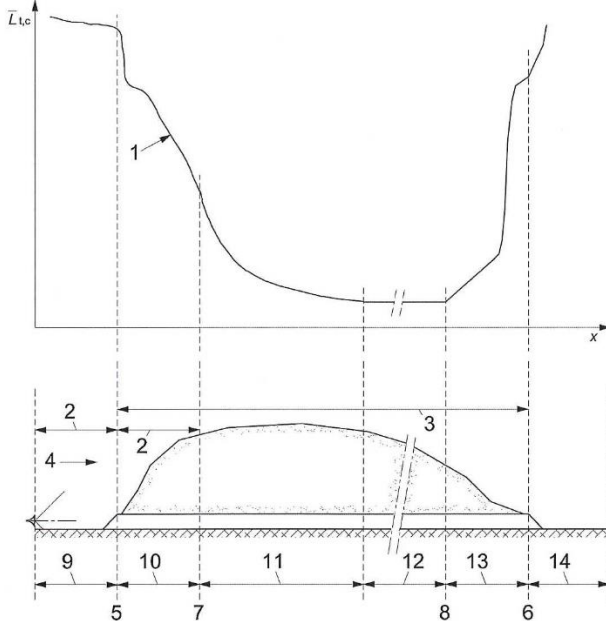
### **3.11. PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE – NORMA UNI 11095 FEBBRAIO 2021**

La Norma UNI 11095 edizione febbraio 2021 definisce "gallerie" tutte quelle infrastrutture stradali formate da superfici strutturali, totalmente coperta o confinata, destinata al traffico veicolare.

La Norma suddivide la galleria ed i tratti di strada limitrofi nelle zone definite nel seguito ed indicate per chiarezza nella figura di seguito illustrata.

- |   |   |
|---|---|
| 1 – Diagramma delle luminanze                   | 2 - Distanza di riferimento   |
| 3 – Lunghezza della galleria                    | 4 – Senso di marcia   |
| 5 – Sezione di entrata                          | 6 – Sezione di uscita   |
| 7 – Sezione di inizio della zona di transizione | 8 – Sezione di inizio della zona di uscita  |
| 9 – Zona di accesso                             | 10 – Zona di entrata  |
| 11 – Zona di transizione                        | 12 – Zona interna   |
| 13 – Zona di uscita                             | 14 – Zona immediatamente esterna  |
| L – Luminanza media della carreggiata(cd x m-2) | X – Distanza misurata della sezione di entrata con verso coincidente con la direzione di marcia (m) |

**Figura 1 - Zone di riferimento galleria**



Zona di accesso

Tratto di strada all'aperto, immediatamente precedente la sezione di entrata della galleria, di lunghezza pari alla distanza di progetto illuminotecnico.

Zona di entrata

Tratto interno alla galleria, a partire dalla sezione di entrata, lungo il quale le condizioni di illuminazione deve garantire la percezione da parte del conducente dell'oggetto di riferimento dalla distanza di progetto illuminotecnico considerando le condizioni di abbagliamento dovute all'illuminazione diurna esterna alla galleria.

Zona di transizione

Tratto interno della galleria successivo alla zona di entrata, lungo il quale l'illuminazione deve garantire un valore medio di luminanza tale da consentire all'occhio del conducente di un veicolo di adattarsi ai livelli di luminanza della zona interna.

Zona interna

Tratto interno della galleria, successivo alla zona di transizione, lungo il quale le condizioni di illuminazione devono garantire la percezione dell'ostacolo di riferimento ed il percorso dalla distanza di progetto illuminotecnico ed il percorso della galleria in sicurezza.

Zona di uscita

Tratto interno della galleria dove la visione del conducente di un veicolo in uscita dalla galleria durante le ore diurne è influenzata dalla luce esterna.

Per realizzare le condizioni richieste il sistema di illuminazione è costituito da due o tre impianti:

- Impianto di illuminazione di rinforzo;
- Impianto di illuminazione permanente;
- Impianto di illuminazione di uscita (eventualmente presente).

### 3.12. ILLUMINAZIONE NEI TRATTI DI ENTRATA

Per la determinazione dei valori di luminanza da garantire, la Norma UNI11095:2021 – Appendice A richiede di valutare la luminanza esterna come luminanza di velo. Tale valore di luminanza è visto come somma di quattro termini (Appendice A, art. A.1):

$$L_v = L_{seq} + L_{atm} + L_{par} + L_{cru}$$

dove:

$L_{seq}$  è la luminanza di velo equivalente

$L_{atm}$  è la luminanza atmosferica

$L_{par}$  è la luminanza del parabrezza

$L_{cru}$  è la luminanza del cruscotto

I valori di  $L_{seq}$  e  $L_{atm}$  possono essere misurati o stimati mentre i valori  $L_{par}$  e  $L_{cru}$  possono essere considerati globalmente e funzioni della luminanza equivalente  $L_{seq}$  secondo la seguente formula (Appendice a, art. A.4):

$$L_{par} + L_{cru} = 0.4 \times L_{seq}$$

Occorre inoltre distinguere tra il valore della luminanza debilitante in un dato momento  $L_v$ , utile per definire le prestazioni dell'impianto di illuminazione in quel momento (adeguamento dell'impianto ai valori di luminanza esterna) ed il valore di luminanza debilitante progettuale  $L_{vseq}$  da usare per il dimensionamento della luminanza di entrata.

La formula per la determinazione della luminanza equivalente di velo di progetto è la seguente:

$$L_{seq}(x) = k \int_{\Theta} \frac{dE}{\theta^2}$$

dove:

$dE$  è il contributo infinitesimo dell'illuminamento prodotto dalla luce proveniente dalla direzione individuata dall'angolo  $B$  sul piano perpendicolare alla direzione di osservazione foveale, in lux;

$\Theta$  è l'angolo compreso tra la direzione di provenienza della luce e la direzione di osservazione foveale, in gradi;

$k$  è il coefficiente di proporzionalità, in candele al metro quadro al lux;

$\Theta$  è l'angolo solido di integrazione individuato dallo spazio limitato da 2 coni circolari con vertice nel punto di osservazione e asse corrispondente alla direzione di osservazione foveale, di cui quello interno con semiapertura di  $1^\circ$  e quello esterno con semiapertura di  $28,4^\circ$  e sezionato superiormente ed inferiormente dal diedro avente spigolo orizzontale passante per il suo vertice e formato dai 2 semipiani inclinati di  $20^\circ$  sopra e sotto la direzione di osservazione foveale;

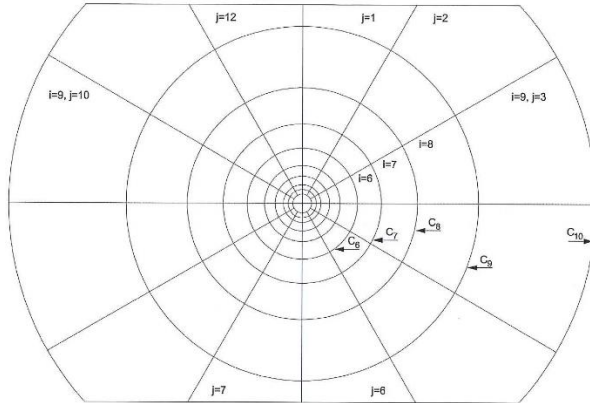
$x$  è la coordinata longitudinale, in metri.

La luminanza equivalente di velo progettuale può essere stimata con una fotografia dello scenario attorno all'entrata della galleria fatta secondo le indicazioni dell'appendice H e la misurazione delle luminanze dei vari elementi di superficie che compongono lo scenario attorno all'entrata della galleria.

Per le gallerie in fase di prima progettazione, alla fotografia delle superfici attorno alla futura entrata, possono essere abbinati uno o più schizzi prospettici di tutti i manufatti dell'opera, in modo da simulare quello che sarà lo scenario definitivo dell'entrata.

Il metodo implementa il diagramma polare di fig. 2, costituito da 9 anelli concentrici suddivisi in 12 settori, angularmente uguali e pari a 30°, ma di altezza tale che l'area di ciascun settore, produca la stessa luminanza di velo equivalente qualora soggetto ad una luminanza costante.(1)

**Fig. 2 - Diagramma polare per la valutazione di Lseq.**



(1) La scala del diagramma polare dipende dalla distanza di arresto.

Un modo grafico per la determinazione dei raggi delle circonferenze concentriche è il seguente: rilevato il rapporto di scala  $f = d_{\text{foto}}/d_{\text{reale}}$  della fotografia in base ad una dimensione nota, i raggi delle circonferenze  $r_c$  sono dati da:  $r_c = \cdot \text{tg}\theta \cdot d_a \cdot f$  ove  $\theta$  sono gli angoli definiti dal Prospetto I e  $d_a$  è la distanza di riferimento.

PROGETTAZIONE ATI:



La luminanza equivalente di velo è pertanto calcolata con la seguente formula:

$$L_{seq}(x) = 513 \cdot 10^{-6} \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{12} k_{i,j} \bar{L}_{i,j}(x)$$

$$\begin{cases} k_{i,j} = 0,78 & \text{se } i = 9 \text{ e } j = 2, 5, 8, 11 \\ k_{i,j} = 0,22 & \text{se } i = 9 \text{ e } j = 1, 6, 7, 12 \\ k_{i,j} = 1,00 & \text{negli altri casi} \end{cases}$$

dove:

$L_{i,j}(x)$  è il valore medio della luminanza delle superfici emittenti presenti nelle direzioni angolari dell'*i*-esima corona circolare e del *j*-esimo settore circolare del diagramma polare, misurato alla coordinata *x* della sezione di entrata della galleria, misurato in candele al metro quadrato.

Il diagramma, deve essere sovrapposto ad una fotografia del fornice di ingresso fatta da una distanza maggiore della distanza di arresto

**Prospetto 2 - Valori di luminanza da considerare nella stima di Lseq75.**

Circonferenza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apertura $\theta$	1,0°	1,5°	2,0°	2,9°	4,0°	5,8°	8,3°	12,0°	18,0°	28,4°
Lunghezza normalizzata del raggio	0,032	0,048	0,065	0,094	0,129	0,188	0,270	0,393	0,601	1,000

Le luminanze medie (misurate o stimate mediante il prospetto 3) delle superfici emittenti che interessano ciascuno dei 108 settori, di cui è costituito il diagramma, hanno lo stesso peso sulla Lseq, salvo i settori troncati in alto ed in basso.

I valori convenzionali di luminanza da considerare per la stima di Lseq75 sono indicati nel seguente prospetto (prospetto I.1).

**Prospetto 3 - Valori di luminanza da considerare nella stima di Lseq75.**

Direzione di marcia	Luminanza [kcd·m <sup>-2</sup> ]					
	Cielo	Strada	Rocce	Edifici	Neve	Prati
Verso Nord	8	3	3	8	15	2
Est-Ovest	12	4	2	6	10 (V) 15 (H)	2
Verso Sud	16	5	1	4	5 (V) 15 (H)	2

- (V) Paesaggio montagnoso con superfici prevalentemente ripide, rivolte verso il conducente.  
(H) Paesaggio pianeggiante, più o meno orizzontale.

La luminanza atmosferica  $L_{atm}$  incide direttamente sulla fovea ed è dovuta alla diffusione atmosferica del flusso luminoso proveniente dall'ambiente circostante entro un cono circolare con semiapertura infinitesima, base passante per il centro alla superficie rivolta verso l'osservatore dell'oggetto di riferimento, vertice nel punto di osservazione e asse coincidente con quello della direzione di osservazione foveale.

La luminanza atmosferica  $L_{atm}(x)$  nel punto di osservazione posto nella zona di accesso alla coordinata longitudinale  $x$  è misurata in loco oppure stimata mediante la formula empirica:

$$L_{atm}(x) = \frac{1,3}{\pi} \sum_{n=1}^N \frac{l_n \bar{E}_{h,n}}{V_{m,n}}$$

con

$$d_{p,max} = \sum_{n=1}^N l_n$$

e

$$l_1 = x_2 - x$$

$$l_n = x_{n+1} - x_n$$

dove:

- $d_{p,max}$ , è la distanza tra il punto di osservazione posto alla coordinata longitudinale  $x$  e l'oggetto di riferimento, in metri.
- $E_{h,n}$  è il valor medio dell'illuminamento orizzontale nell' $n$ -tratto di suddivisione della strada, espresso in kilolux;
- $l_n$  è la lunghezza nell' $n$ -tratto di suddivisione della strada, in metri;
- $N$  è il numero di tratti con caratteristiche di illuminamento orizzontale e distanza di visibilità meteorologica omogenee con i quali viene divisa la strada nella zona considerata di lunghezza  $d_{p,max}$ ;
- $x$  è la coordinata longitudinale, in metri;
- $V_{m,n}$ , è la distanza di visibilità meteorologica valida per l' $n$ -tratto di suddivisione della strada, ossia la distanza in chilometri alla quale, in conseguenza della luminanza dell'atmosfera, un oggetto nero osservato sullo sfondo del cielo all'orizzonte presenta un contrasto pari a 0,05.

Nel valutare la luminanza atmosferica in funzione della distanza dalla sezione di entrata occorre considerare che:

- nel caso di  $x < -d_{p,max}$ , tutto segmento che definisce la direzione di osservazione foveale è all'esterno della galleria;
- nel caso di  $x > -d_{p,max}$ , una parte del segmento che definisce la direzione di osservazione foveale è all'interno della galleria e la rimanente parte all'esterno.
- 3) nel caso di gallerie consecutive occorre considerare che una parte di tale segmento è all'interno della data galleria e una parte all'interno della galleria seguente.

Nel primo caso, la formula sopra citata si semplifica in:

$$L_{\text{atm}}(x) = 1,3 \frac{d_{p,\text{max}} \bar{E}_h}{\pi V_m}$$

dove:

$E_h$  è il valor medio dell'illuminamento orizzontale nel tratto tra  $x$  e  $x + d_{p,\text{max}}$ , espresso in kilolux e può essere ragionevolmente ottenuto con una sola misura di illuminamento in una zona limitrofa ove non vi siano particolari ombreggiature;

$x$  è la coordinata longitudinale, in metri;

$d_{p,\text{max}}$  è la distanza del punto di osservazione posto alla coordinata longitudinale  $x$  e l'oggetto di riferimento, in metri.

$V_m$  è la distanza di visibilità meteorologica, ossia la distanza in chilometri alla quale, in conseguenza della luminanza dell'atmosfera, un oggetto nero osservato sullo sfondo del cielo all'orizzonte presenta un contrasto pari a 0,05.

I dati relativi possono essere misurati in loco o si può ricorrere ai prospetti 4 e 5 (prospetti I.2 ed I.3 della Norma UNI 11095/2021).

**Prospetto 4 - Illuminamenti orizzontali  $E_h$ ,75**

Latitudine locale	Illuminamento orizzontale [klx]
36°N	64
38°N	62
40° N	60
42° N	58
44° N	57
46° N	55

**Prospetto 5 - Distanze di visibilità meteorologica  $V_m$ ,75**

Tipo di galleria	Distanza di visibilità meteorologica [km]
Foschia	5
Ambito urbano	8
Leggera foschia	10
Limpida	20
Molto limpida	30

La condizione di sicurezza si considera soddisfatta per una data sezione trasversale della zona di entrata alla coordinata longitudinale  $x$  e per un dato istante  $t$ , se la luminanza media trasversale della carreggiata  $L_{t,c}(x)$  della sezione è maggiore o uguale al valore prescritto  $L_{t,c,r}(x)$ :

$$\bar{L}_{t,c,r}(x) = c L_v(x - d_{p,\text{max}}) \text{ per } 0 \leq x \leq d_{p,\text{max}}$$

dove

$L_v(x - d_{p,\text{max}})$  è la luminanza debilitante (curva caratteristica della galleria) valutata per la data sezione trasversale della zona di accesso alla coordinata longitudinale  $x - d_{p,\text{max}}$ , in candele al metro quadrato;

$c$  è un fattore dipendente dal tipo di impianto ed è definito dal prospetto 6 di seguito riportato;

$x$  è la coordinata longitudinale  $x$ , in metri;

$d_{p,\text{max}}$  è il valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico, in metri.

La condizione di sicurezza di cui alla formula (1) deve essere soddisfatta con continuità per tutta la durata dell'illuminazione diurna, con l'eccezione del periodo specificato nell'appendice I, se si adotta  $L_{v,75}$  come luminanza debilitante di progetto.

La condizione di sicurezza di cui alla formula (1) deve essere soddisfatta sezione per sezione per tutta la lunghezza della zona di entrata. Per la stima della curva caratteristica  $L_v(x)$  può essere adottato uno dei metodi descritti nell'appendice C e nell'appendice D. Avendo i metodi proposti prestazioni energetiche diverse, il metodo seguito deve essere chiaramente indicato nel progetto

**Prospetto 6 – Valore del fattore c in funzione del tipo d'impianto**

Tipo di impianto	Fattore c
Controflusso	0.23
Simmetrico	0.25
Proflusso	0.32

Per l'intera lunghezza della zona di entrata, pari alla distanza di riferimento, la luminanza stradale deve garantire la percezione di un eventuale ostacolo da parte del conducente in avvicinamento. Questa condizione si considera soddisfatta se nella prima metà della zona di entrata la luminanza stradale media è maggiore o uguale alla luminanza di entrata, mentre nella seconda metà della zona di entrata, la luminanza trasversale media decresce linearmente con la distanza a partire dal valore di  $L$  fino al punto iniziale della luminanza di transizione.

**3.13. ILLUMINAZIONE NEL TRATTO DI TRANSIZIONE**

La zona di transizione inizia nella sezione trasversale nella quale termina la zona di entrata e termina nella prima sezione trasversale nella quale la luminanza media trasversale della carreggiata  $L_{t,c}$  ha raggiunto il valore della luminanza media della carreggiata per la zona interna  $L_{t,c,e}$  e vale a dire quando:

$$\bar{L}_{t,c}(x) = \bar{L}_{p,c,e}$$

Per ogni sezione della zona di transizione la luminanza media trasversale della carreggiata  $L_{t,c}(x)$  deve risultare non minore della luminanza prescritta:

$$\bar{L}_{t,c,r}(x) = \frac{\bar{L}_{t,c}(d_{p,max})}{\left(1 + 3,6 \frac{x - d_{p,max}}{t_0 V_{ri}}\right)^{1,4}} \text{ con } d_{p,max} \leq x \leq l_t + d_{p,max}$$

dove:

- $L_{t,c}(d_{p,max})$  è la luminanza media trasversale della carreggiata nella sezione di fine della zona di entrata, in candele al metro quadrato;
- $x$  è la coordinata longitudinale, in metri;
- $V_{ri}$  è la velocità di riferimento interna, in chilometri all'ora
- $d_{p,max}$  è il valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico, in metri;
- $t_0$  è una costante pari a 1,9 s
- $l_t$  è la lunghezza della zona di transizione, in metri.

La lunghezza  $l_t$  della zona di transizione, in metri, è pari a:

$$l_t = \frac{t_0 V_{ri}}{3,6} \left[ \left( \frac{\bar{L}_{t,c}(d_{p,max})}{\bar{L}_{p,c,r}} \right)^{\frac{5}{7}} - 1 \right]$$

dove i simboli hanno il significato sopra esplicitato e:

- $L_{p,c,r}$  è la luminanza media della carreggiata nella zona interna, in candele al metro quadrato.

### 3.14. ILLUMINAZIONE NELLA ZONA INTERNA

La luminanza media  $L_{p,c}$  deve risultare non minore della luminanza prescritta:

$L_{p,c,r} = 1,5 L$  per gallerie a senso unico di marcia;

$L_{p,c,r} = 2 L$  per le gallerie a doppio senso di marcia,

dove:

$L$  è il valore della luminanza media richiesta dalla UNI EN 13201-3 per strada di accesso alla galleria.

Nel caso di strada di accesso non illuminata  $L$  corrisponde al valore della luminanza richiesta dalla UNI EN 13201-2 per la categoria illuminotecnica di esercizio della strada di accesso alla galleria definita in base alla UNI 11248 a seguito di analisi del rischio. Le condizioni di traffico usate nella valutazione del rischio devono essere quelle presenti nelle ore pertinenti del giorno.

In ogni caso la  $E$ ; non può essere minore di  $1 \text{ cd m}^{-2}$ .

### 3.15. ILLUMINAZIONE NELLA ZONA DI USCITA

La zona di uscita ha lunghezza  $l_u$ , pari al valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico  $d_{p,max}$  calcolata considerando le condizioni in uscita e termina con la sezione di uscita.

La zona di uscita viene trattata come la zona interna e pertanto valgono gli stessi requisiti.

Tuttavia, è facoltativo aumentare la luminanza della zona di uscita al fine di migliorare il comfort visivo in uscita

Qualora nella zona di uscita sia previsto un incremento della luminanza rispetto a quello della zona interna, questo deve essere attuato con una luminanza media trasversale della carreggiata  $L_{t,c}(x)$  per ogni sezione maggiore o uguale al valore prescritto  $L_{p,c,r}$ :

$$\bar{L}_{t,c,r}(x) = \bar{L}_{p,c,r} + \frac{4\bar{L}_{p,c,r}}{d_{p,max} - 20}(x - l_g + d_{p,max}) \text{ con } l_g - d_{p,max} \leq x \leq l_g$$

dove:

$L_{p,c,r}$  è la luminanza media come definita al punto 7.5;

$d_{p,max}$  è il valore massimo della distanza di progetto illuminotecnico, in metri;

$l_g$  è la lunghezza della galleria, in metri;

$x$  è la coordinata longitudinale  $x$ , in metri;

### 3.16. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE DA REALIZZARE PER L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

I lavori e forniture in opera che dovranno essere realizzate saranno le seguenti:

- Realizzazione dei sistemi fotoelettrici rilevatori di luminanza, ubicati sul tetto dell'edificio del locale tecnico e agli imbocchi della galleria, per la gestione dell'illuminazione di rinforzo, completo di linee di collegamento con il quadro elettrico di alimentazione relativo;
- Fornitura e posa delle canalizzazioni di contenimento cavi e supporto proiettori
- Fornitura e posa di linee di alimentazione in cavo, dai quadri di comando e protezione impianti di illuminazione agli apparecchi illuminanti;
- Fornitura e posa di apparecchi illuminanti con relativi accessori elettrici;
- Realizzazione impianto equipotenziale e di protezione.

## **4. IMPIANTI SPECIALI IN GALLERIA**

### **4.1. GENERALITÀ**

Nella presente sezione del documento vengono illustrati gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo a servizio della tratta in oggetto.

L'intero progetto sarà concepito per massimizzare il servizio, l'affidabilità e la sicurezza di una strada ad elevato tenore di traffico. La scelta dei sistemi e dispositivi d'impianto, sia per qualità sia per varietà e completezza, riflette tale impostazione.

Gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo previsti nel progetto si possono così elencare:

- Segnaletica verticale luminosa
- Impianto videosorveglianza (limitato al perimetro esterno del fabbricato tecnologico);
- Sistema di gestione e controllo.

Si precisa che, su precisa indicazione da parte della Committenza, all'interno del presente intervento è stata prevista la sola installazione di un router di interconnessione per l'interfacciamento di tutti gli impianti previsti all'interno della galleria; in fase successiva, la Committenza, a suo onere e spesa, provvederà alla installazione di server adeguato alle caratteristiche tecniche della galleria e procederà alla relativa programmazione ed interfacciamento con il centro di controllo ANAS generale.

Si rimanda alla Relazione Tecnica specifica e agli elaborati grafici redatti per l'approfondimento delle tematiche impiantistiche.

### **4.2. SEGNALETICA VERTICALE LUMINOSA**

La segnaletica verticale avrà lo scopo di fornire ai viaggiatori diverse segnalazioni di sicurezza.

I segnali appartenenti a questa famiglia saranno dei segnali stradale retroilluminati realizzati impiegando una pellicola di Classe 2<sup>a</sup> Speciale riflettente e semitrasparente a doppio sistema visivo che consentirà l'iterazione tra due sistemi luminosi: attivo e passivo.

I segnali, che potranno essere, a seconda delle tipologie e dimensioni, del tipo monofacciale e bifacciale, grazie ad un innovativo sistema di diffusione della luce saranno in grado di aumentare la visibilità del segnale stesso in condizioni climatiche particolarmente critiche e difficili quali nebbia o pioggia. I segnali luminosi realizzati saranno conformi alle Norme del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di esecuzione e, in alcune dimensioni e tipologie dovranno essere omologati dal il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti mentre, per gli altri casi, le prove dovranno essere già state superate, presso laboratori accreditati, come richiesto dal Ministero stesso per l'omologazione.

In particolare le prove eseguite sono le seguenti:

- prove di resistenza alle alte e basse temperature da effettuare in conformità a quanto previsto ai punti 9.2.8 e 9.2.9.2 della norma tecnica CEI 214-2/1;
- prove fotometriche, colorimetriche e tecnologiche da effettuare sul segnale retroilluminato secondo la UNI EN 12899-1;
- prova di tenuta all'acqua ed alle polveri (grado da raggiungere IP 66) da effettuare secondo la norma EN 60529 (1999) – EN 60598 (2000); prova di sicurezza elettrica secondo la norma EN 60598-1 e EN 60598 - 2-1;

- prova di compatibilità elettromagnetica secondo la norma EN 55015; prova in nebbia salina secondo la norma CEI 214;
- prova di resistenza all’impatto secondo le norme EN 12899-1 , EN 60598-1 , CEI 214-2/1:1998-10;
- prove ambientali secondo quanto previsto ai punti 9.2.3, 9.2.4, 9.2.5 e 9.2.6 della norma tecnica CEI 214-2/1 (in particolare quindi :prova in ambiente con anidride solforosa e acido solfidrico secondo le norme IEC 60068-2-42-1982-01 ; IEC 60068-2-43-1976-01);
- prove di resistenza ai raggi UV, adesività e shock termico della pellicola retroriflettente.

Le prove sulle pellicole retroriflettenti, come richiesto dal Ministero, dovranno essere eseguite sul supporto in policarbonato e secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 4892 ed il relativo rapporto comprende le seguenti indicazioni:

- riferimento alla norma; tutti gli elementi per la completa identificazione del materiale in prova ed il metodo di preparazione delle provette;
- tipo e descrizione della lampada usata e, se possibile il valore dell’irradiazione sulla superficie della provetta;
- modo di funzionamento della lampada e dei filtri; valore medio e variazione della temperatura di pannello nero e, se registrati, valori medi e variazioni dell’umidità relativa all’aria circolante al di sopra delle provette;
- espressione dei risultati secondo UNI ISO 4582 La norma UNI EN 12899-1 è stata comunque tenuta come riferimento per tutte le altre caratterizzazioni dei dispositivi e relative modalità di misura.

#### **4.2.1. SISTEMA ATTIVO**

Il sistema attivo di illuminazione interna del segnale dovrà essere realizzato mediante il sistema di diffusione della luce ottenuto mediante lampade al neon abbinate ad appositi diffusori interni consistenti in una griglia preforata secondo un particolare algoritmo illuminotecnica che consentirà una elevata uniformità della luminosità in modo che i tutti i valori misurati rientrino in quelli richiesti dalla norma tecnica UNI EN 12899-1. In particolare dalle prove fotometriche eseguite secondo la predetta norma tecnica UNI EN 12899-1 dovranno dare, a seconda delle diverse dimensioni e tipologie, i seguenti valori:

- Fattore di luminanza: compreso tra i massimi valori L2 ed L3
- Uniformità di luminanza: U3

#### **4.2.2. SISTEMA PASSIVO**

La/le faccia/e rappresentanti il messaggio segnaletico dovranno essere realizzate mediante l’impiego di apposite pellicole retroriflettenti e semitrasparenti di Classe 2<sup>a</sup> Speciale che saranno state poi, a loro volta, ricoperte da particolare pellicola protettiva antigraffiti.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e di durata delle pellicole retroriflettenti e semitrasparenti impiegate risponderanno ai requisiti previsti per la Classe 2 come prescritto nel Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31/3/95 del Ministero dei LL.PP. I segnali dovranno soddisfare pienamente sia nelle caratteristiche sia nel superamento delle prove quanto richiesto dalla norma UNI EN 12899.1.

I segnali verranno utilizzati per la segnalazione ed indicazione nella viabilità stradale ed in modo particolare in galleria.

#### **4.2.3. STRUTTURA**

Il segnale luminoso dovrà essere strutturalmente composto da un cassonetto in alluminio estruso con anime perimetrali di rinforzo e realizzato in varie dimensioni adeguate alla grandezza del segnale stesso. Il cassonetto dovrà essere realizzato assemblando, a seconda delle dimensioni, vari profilati in alluminio estruso mediante saldatura e/o particolari incastri.

Al fine di ridurre al minimo gli interventi di pulizia o manutenzione ai componenti ottici interni la struttura (cassonetto), dovendo contenere all'interno il sistema di diffusione della luce, sarà in grado di garantire l'ermeticità del vano ottico mediante la corrispondenza al fattore di protezione alla penetrazione delle polveri e dell'acqua pari a IP 66.

Al fine di consentire inoltre una facile manutenzione del segnale senza alterare il grado di protezione, la eventuale sostituzione delle lampade dovrà essere possibile mediante apertura parziale del cassonetto con idonei accessi laterali o inferiori e, comunque, senza dover assolutamente smontare le facce anteriori o posteriori la cui rimozione potrebbe compromettere il sistema ottico interno.

In particolare dopo l'apertura della portella di accesso si potrà accedere ad uno o più carrelli portalampada estraibili realizzati in alluminio e dotati di un dispositivo inferiore antivibrazione e di un dispositivo di bloccaggio fine corsa a carrello aperto che, sganciato completamente, consentirà lo smontaggio del carrello stesso per un'agevole eventuale sostituzione di tutti i componenti elettrici interni.

#### **4.2.4. FINITURA E COMPOSIZIONE DELLA FACCIA ANTERIORE/POSTERIORE DEL SEGNALE**

La superficie anteriore, e/o posteriore nel caso di segnale bifacciale, dovrà essere realizzata in policarbonato spessore 4 mm finita con l'applicazione sull'intera faccia/e a vista di pellicole retroriflettenti e semitrasparenti Classe 2<sup>a</sup> Speciale secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'Art. 79, comma 12, del D.P.R. 16/12/92 n. 495.

Le pellicole retroriflettenti e semitrasparenti che saranno usate per la costruzione dei segnali dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvate dal Min. LL.PP. con Decreto del 31/3/1995 e saranno prodotte da Ditta in possesso del sistema di qualità in base alle norme Europee della serie ISO 9000.

L'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole.

#### **4.2.5. ACCERTAMENTO DEI LIVELLI DI QUALITÀ DELLA PELLICOLA**

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti dovranno essere verificate attraverso prove eseguite dal produttore delle pellicole stesse presso i seguenti laboratori:

- Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e dei Grassi – Milano

#### **4.2.6. IMPIANTO ELETTRICO INTERNO**

L'impianto elettrico per l'illuminazione interna del segnale dovrà essere realizzato seguendo schemi elettrici e di assemblaggio ben definiti ed i componenti e gli accessori sono stati scelti per sfruttare al meglio la potenzialità e la durata dell'impianto.

La lampada da utilizzare dovrà essere del tipo a tecnologia led che esprimerà un' alta luminosità con ottima resa colore e lunga durata nel tempo.



L'elevata temperatura colore delle lampade dovrà consentire sia per il bianco che per tutti gli altri colori di restare nei rispettivi punti previsti nel color-box ed indicati dalla UNI EN 12899.1.

L'impianto elettrico dovrà essere assemblato e posizionato su un carrello estraibile parzialmente e/o totalmente verso l'esterno al fine di facilitarne la manutenzione e/o sostituzione dei componenti in sicurezza (sul posto, oppure successivamente in officina) riducendo al minimo il pericolo dell'intervento su strada.

L'alimentazione dei segnali luminosi dovrà avvenire per tensione di 230 VAC con sistema fase – neutro, frequenza a 50 Hz in classe d'isolamento impianto I, mentre l'assorbimento in Ampere e Watt varierà a seconda del tipo di segnale in quanto le lampade sono variabili in tipo e quantità.

#### **4.2.7. TIPOLOGIA DEI CARTELLI IMPIEGATI**

Pannello per segnalazione uscita luoghi sicuri

Il cartello di tipo luminoso a luce fissa sarà collocato in corrispondenza dei by-pass di collegamento fra le due fornici e in corrispondenza dell'uscita della galleria di emergenza.

Le caratteristiche principali si possono così riassumere:

- bifacciale;
- sistema passivo;
- forma di parallelepipedo con base triangolare;
- dimensioni 600x600x600mm;
- struttura in alluminio estruso;
- grado di protezione IP66;
- impianto di illuminazione interno con lampade fluorescenti, classe II;
- pellicola rifrangente;
- completo di cablaggio interno;
- attacchi a parete in alluminio;
- rispondente a Fig. 7 e 8 Circ. ANAS 7735/99.

## **5. IMPIANTI SPECIALI NEL FABBRICATO TECNOLOGICO**

### **5.1. GENERALITÀ**

Nella presente sezione del documento vengono illustrati gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo a servizio del fabbricato tecnologico.

L'intero progetto sarà concepito per massimizzare il servizio, l'affidabilità e la sicurezza degli impianti presenti. La scelta dei sistemi e dispositivi d'impianto, sia per qualità sia per varietà e completezza, riflette tale impostazione.

Gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e controllo previsti nel presente progetto si possono così elencare:

- Impianto rilevazione incendi nel locale tecnologico;
- Impianto antintrusione nel locale tecnologico;
- Impianto di videosorveglianza TVCC esterna al fabbricato tecnologico;
- Sistema di gestione e controllo.

### **5.2. IMPIANTO RILEVAZIONE INCENDI**

All'interno del fabbricato tecnologico è prevista l'installazione di un impianto di rilevazione incendi da installare all'interno di ogni singolo locale.

Tutti i locali saranno coperti da un sistema di rilevazione costituito nel suo insieme da:

- centrale rilevazione incendi conforme alle norme UNI 9795;
- sistema puntuale di rilevazione costituito da rilevatori termovelocimetrici;
- sistema di allarme manuale composto da pulsanti installati entro custodie isolanti di colore rosso con vetro frangibile;
- pannelli ottico-acustici di segnalazione allarme;
- conduttori di interconnessione.

La centrale di rivelazione incendi dovrà soddisfare i requisiti della normativa EN 54-2. Sarà del tipo a microprocessore adatto alla rivelazione analogica, ed in grado di identificare il sensore che ha generato l'allarme.

La centrale potrà contenere le schede per almeno 2 loop. Ai loop, sui quali è anche presente l'alimentazione, saranno collegati i rivelatori di incendio, i pulsanti manuali, i moduli di comando ed i moduli di isolamento di linea.

La capacità massima di indirizzamento di ogni loop sarà di almeno 99 rivelatori e di almeno 99 pulsanti e moduli.

Vi saranno loop distinti e dedicati per i sensori disposti a soffitto per quelli sottopavimento e per i pulsanti.

Un display LCD ed una tastiera costituiranno l'interfaccia con l'operatore: gli allarmi, i guasti, e le richieste di manutenzione dei sensori compariranno sul display con l'indicazione del gruppo e del numero del sensore e la sua descrizione alfanumerica in chiaro.

La descrizione alfanumerica sarà programmabile e sarà assegnata anche ai moduli presenti in campo per riconoscerne dal display l'attivazione o la loro eventuale esclusione.

Tramite la tastiera si potranno escludere sia i gruppi, sia i loop, sia i singoli sensori. Il relè di allarme generale della centrale è ritardabile in due tempi per permettere la tacitazione e l'effettuazione della ricognizione in campo.

E' inoltre previsto un relè di guasto generale. La centrale dialogherà con i rivelatori puntiformi segnalando qualsiasi stato della linea o dei rivelatori diverso dalla normalità.

La centrale dell'impianto di rilevazione incendi sarà dotata di proprie batterie a bordo per il normale funzionamento.

Tramite la tastiera si potranno effettuare le seguenti operazioni:

- tacitazione cicalino di centrale;
- reset dell'allarme;
- esclusione di un singolo sensore;
- esclusione di un gruppo di sensori;
- esclusione di un loop;
- visualizzazione dei sensori e dei moduli in allarme;
- visualizzazione della memoria eventi;
- test attivo dei sensori con le relative attivazioni in campo;
- attivazione dei moduli in campo;
- passaggio da gestione "giorno" (ritardo a 2 stadi) a gestione "notte" (immediata);
- visualizzazione e modifica ora/data di sistema.

In caso di allarme la centralina:

- segnalerà sul display LCD il/i sensori allarmati, visualizzando il gruppo di appartenenza e la descrizione in chiaro della zona interessata;
- stamperà l'evento sulla stampante (se prevista in loco);
- attiverà l'invio dei dati di allarme al sistema di supervisione;
- attiverà i moduli predisposti, per l'attivazione di dispositivi in campo (targhe ottico/acustiche, sirene, ecc).

La centrale inoltre rivelerà e segnalerà sul display:

- i guasti sulle linee di rivelazione (corto, circuito aperto, rimozione di un rivelatore);
- i rivelatori che necessitano di manutenzione;
- la mancanza di alimentazione di rete;
- l'anomalia della batterie tampone;
- la dispersione verso terra;
- i guasti interni della CPU.

La centrale di rivelazione, oltre a segnalare l'incendio localmente attraverso l'interfaccia operatore ed i segnali acustici, potrà attivare direttamente mediante i moduli di comando le targhe di allarme ottico/acustico.

I criteri di installazione, il numero e la posizione dei rivelatori puntiformi sono rispondenti alla norma UNI 9795.

I rivelatori puntiformi saranno conformi alla norma UNI EN 54-7 e saranno installati in tutti gli ambienti sorvegliati.

I pulsanti manuali di allarme incendio saranno installati in prossimità delle uscite dei singoli locali in conformità alle prescrizioni delle norme UNI 9795.

Saranno comunque raggiungibili con un percorso non superiore ai 30 m, verificati da disegno, per ogni parte della medesima zona.

I pulsanti saranno installati ad un'altezza compresa tra 1 e 1,4 m e saranno azionabili mediante la pressione su un vetrino frontale a frattura prestabilita.

Sul vetrino sarà applicata un'etichetta di protezione in materiale plastico, con la chiara indicazione serigrafata della modalità di azionamento.

Ogni pulsante sarà inoltre equipaggiato con un indicatore a led di colore rosso posto in posizione visibile che sarà attivato automaticamente all'azionamento del pulsante.

La linea di collegamento dei rivelatori sarà realizzata con cavo tipo FRHRR (FTE29OHM16), classificazione di reazione al fuoco Cca, s1, d1, a1, adatto per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V (FRHRR)



Cavo resistente al fuoco schermato Tipo FRHRR con conduttori flessibili classe 5 isolati in protezione minerale vetro mica e XLPE a bassa capacità. Resistenza al fuoco richiesta 120 minuti (PH120). Il valore capacitivo della coppia deve necessariamente essere compreso tra i 56nF e i 79nF al fine di non generare riflessioni dei protocolli nei sistemi indirizzati (rif. UNI 9795:2013 riguardante il rispetto dei parametri trasmissivi). Il rivestimento esterno del cavo (Guaina) dovrà necessariamente essere in materiale Durafilm LSZH di colore rosso idoneo alla posa in interno ed in esterno. La tensione nominale dovrà essere necessariamente  $U_0/U = 100/100$  V espressi in valore efficace.

La linea sopra citata dovrà necessariamente essere rispondente alle seguenti norme di riferimento: CEI 20-37, CEI 20-22/III CEI EN 60332-3-25, CEI EN 50200 PH30, CEI 20-105V2, CEI EN 60228 (CEI 20-29), CEI EN 50363-0 (CEI 20-11/0, CEI 20-34 (EN 60811), CEI 20-50 (HD 605), CEI EN 50395 (CEI 20-80), CEI EN 50396 (CEI 20-84), CEI EN 62230 (CEI 20-70), CEI EN 50267-2-1 (CEI 20-37/2-1), CEI EN 50267-2-2 (CEI 20-37/2-1), CEI EN 61034-2 (CEI 20-37/3-1).

La continuità della schermatura è necessaria per la protezione dalle interferenze. La schermatura sarà collegata agli zoccoli di tutti i rivelatori utilizzando l'apposito morsetto ed alla centrale. Alla centrale dovrà essere collegata una sola estremità della schermatura.

La linea di collegamento (loop) dei rivelatori, con origine dalla centrale, passerà ad adeguata distanza dai cavi di energia collegando i rivelatori di fumo puntiformi, i pulsanti ed i moduli, e tornerà quindi in centrale lungo un percorso diverso per garantire la sopravvivenza del funzionamento nel caso di taglio o corto circuito. Per quanto possibile le due porzioni di line costituenti ciascun loop saranno posate seguendo percorsi distinti ed indipendenti.

L'alimentazione della centrale di controllo e segnalazione sarà effettuata tramite una linea dedicata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, manovra e protezione. L'autonomia di funzionamento con batteria tampone dovrà essere non inferiore a 72h in condizioni normali e di 30' in presenza di allarme. La linea a 230V c.a., derivata dalla sezione di continuità, sarà in cavo a due conduttori da 2,5 mm<sup>2</sup> antifiamma CEI 20-22.

### **5.3. IMPIANTO ANTINTRUSIONE**

L'impianto di controllo accessi/antintrusione costituisce uno dei sottosistemi del sistema attivo di security. L'impianto funzionerà 24 ore su 24 e sarà strutturato per consentire una agevole esecuzione di modifiche in modo da adattarsi a nuove configurazioni delle aree da sorvegliare.

La centrale è:

- dotata di sistema di alimentazione di emergenza autonomo in grado di assicurarne il servizio, assieme a tutti i sensori e le segnalazioni, per almeno 24 ore;
- in grado di "sentire" singolarmente ogni sensore o gruppo di sensori così da rendere immediatamente individuabile il punto di allarme;
- in grado fornire i dati rilevati o generati necessari alle funzioni di Diagnostica del sistema antintrusione.

Le apparecchiature installate:

- consentono una facile accessibilità ai loro componenti (schede, alimentatori, etc..) ed una facile sostituzione degli stessi a fronte di un guasto;
- hanno dimensioni contenute, soddisfano i più avanzati requisiti ergonomici e sono ad elevata modularità in modo da consentire un'ampia configurabilità hardware e permetterne l'espandibilità per eventuali implementazioni di nuove, per quanto previste, funzioni;
- richiedono una limitata manutenzione preventiva ed una semplice manutenzione correttiva in modo da consentirne l'effettuazione anche da personale non altamente specializzato.

Tutti gli apparati sono in grado di operare correttamente nel range di temperatura compresa tra +5° e +40°C, con umidità relativa tra 20 e 90% senza condensazione.

Le apparecchiature dedicate alla gestione dei telecomandi e dei telecontrolli sicuri soddisfano i requisiti citati nella presente relazione in aggiunta a tutti quelli richiesti dalle corrispondenti indicazioni standard CENELEC.

L'impianto di antintrusione provvede a:

- sorvegliare tramite sensori a doppia tecnologia MW/IR (microonde e infrarossi passivi) le presenze non autorizzate nei locali tecnologici,
- segnalare, anche localmente tramite sistemi ottico-acustici, eventuali situazioni di allarme.

Gli allarmi dell'impianto di antintrusione possono essere disabilitati e riattivati localmente, attraverso organi di comando, da parte del personale autorizzato all'ingresso nei locali, permettendo disabilitazioni singole per ogni distinta zona controllata o parzializzate.

Gli impianti controllo accessi ed antintrusione svolgono una supervisione diagnostica monitorando costantemente le condizioni di funzionamento di tutte le rispettive sezioni, comprendendo anche i sensori (o gruppi di essi). Sarà possibile trasferire tutte le necessarie informazioni al sistema di supervisione tramite il server dedicato PCA per le successive elaborazioni e segnalazioni.

L'impianto sarà dotato di ripetizione ottico-acustica di allarme installati all'esterno del fabbricato.

Le tecnologie e le logiche adottate garantiscono la pratica assenza di falsi allarmi e/o di segnalazioni intempestive.

I componenti di base degli impianti di controllo accessi ed antintrusione sono:

- i sensori che rivelano il tentativo d'intrusione generando un segnale elettrico inviato ai concentratori remoti;
- i contatti magnetici di apertura porte e/o finestre;
- gli avvisatori, quali sirene interne o esterne e lampeggiatori;
- l'unità di controllo accessi;
- la centrale antintrusione.

Per la gestione del dialogo fra le unità di controllo accessi, con funzioni di gestione memoria eventi, modifica e programmazione delle tessere con relativi livelli di accesso e la centrale, sarà realizzato un collegamento mediante cablaggi di tipo LAN con cavi UTP CAT6 fino allo switch di interconnessione

Il tentativo di intrusione non autorizzata determina la segnalazione ottico-acustica locale di stazione. L'allarme viene ripetuto sui concentratori dell'impianto antintrusione che provvede a gestire l'allarme segnalandolo sul display della centrale antintrusione, attivando le segnalazioni ottico/acustiche di allarme. Il segnale sarà inviato al sistema SPVI ed al PGEP tramite l'interposizione di server dedicato PCA.

Dal sistema SPVI sarà possibile in fase definitiva l'inserimento, il disinserimento ed il reset della centrale antintrusione. Sarà inoltre possibile comunicare alla supervisione i vari stati della centrale (disinserito, inserito, allarme, guasto, taglio, cortocircuito, manomissione) oltre che lo stato (guasto, allarme) dei singoli varchi.

L'unità concentratore di controllo accessi e la centrale antintrusione saranno dotate di proprie batterie a bordo per il normale funzionamento.

Tutte le apparecchiature di rete garantiranno la possibilità di essere sostituite sotto tensione in modo da poter eseguire gli interventi di manutenzione senza dover mettere completamente fuori servizio le reti o parti di esse.

I componenti dell'impianto di controllo accessi ed antintrusione saranno alimentati dalla rete elettrica locale con linea 220V.

La distribuzione dell'impianto sarà eseguita con tubazioni/canalette dedicate in PVC rigido pesante con grado di protezione IP44, posate a vista e staffate a soffitto/parete. In corrispondenza dei collegamenti ai singoli terminali saranno interposte adeguate cassette di derivazione, da cui si dipartiranno i cavi che serviranno a collegare le apparecchiature.

In particolare le distribuzioni dorsali e secondarie comprenderanno le seguenti tipologie di collegamento:

- rete bus principale con cavo speciale twistato e schermato tipo AWG22, dipartente dalla centrale e confluyente alle unità di controllo accessi;
- collegamento a i contatti magnetici posti sugli infissi della porta realizzato in cavo speciale isolato in PVC sezione 4x0.22 + 2x0.5mmq;
- collegamento tra l'unità controllo accessi ed i sensori volumetrici realizzato con cavo speciale isolato in PVC sezione 4x0.22 + 2x0.5mmq.

#### **5.4. IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA TVCC**

L'impianto di videosorveglianza costituisce uno dei sottosistemi del sistema attivo di security.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) è congegnato e strutturato per realizzare le funzioni di seguito indicate:

- acquisizione di immagini da telecamere installate a sorveglianza dell'area esterna al fabbricato tecnologico;
- allarmabilità delle telecamere;
- registrazione delle immagini;
- configurazione delle immagini da registrare (selezioni cicliche, selezioni individuali a seguito di allarmi, etc.);
- invio delle immagini provenienti da una telecamera selezionata al Sistema di Supervisione Integrato;
- telecomando del sistema di registrazione (DVR) da parte dell'operatore del Centro di Controllo, per consentire il recupero e l'invio delle immagini memorizzate relative ad una determinata telecamera, con ricerca basata su appuntamenti temporali, su eventi di allarme, su indirizzamento individuale;
- interfacciamento con l'impianto di rivelazione incendi e antintrusione locali.

In particolare, il software di gestione dell'impianto di videosorveglianza dovrà permettere la visualizzazione, il controllo, il settaggio e le funzioni di interpretazione delle immagini dalle Postazioni Client e dovrà possedere i seguenti requisiti minimi:

- attivazione o spegnimento immediato e manuale della registrazione video;
- risoluzione settabile dello streaming video in registrazione e in visualizzazione da QCIF, CIF, 2CIF, 4CIF per singola telecamera;
- velocità di registrazione fino a 25 Fps;
- play back delle sequenze video registrate tramite ora e giorno nel formato mese/gg/hh/mm/ss;
- zoom digitale di una immagine;

- esportazione e salvataggio di una singola immagine sia in formato JPEG che bitmap;
- possibilità di convertire i file video in formato \*.AVI e di esportarli registrandoli su DVD o altro supporto;
- archiviazione continua, su motion detection o su attivazione immediata;
- settaggio del numero di giorni per cui mantenere le registrazioni per singola camera;
- settaggio di durata della registrazione di pre-post allarme per singola telecamera;
- settaggio zone di motion detector e sensibilità per singola camera;
- settaggio Privacy Zone;
- settaggio e gestione dei parametri video (es. qualità, velocità, ecc.) per la visualizzazione e registrazione per singola telecamera;
- configurazione della cifratura video.

Tutte le immagini acquisite devono essere titolate con dati identificativi programmabili (ad esempio nome del locale/zona monitorato, numero telecamera, etc..) e dati orari.

La configurazione dei parametri di funzionamento delle apparecchiature deve essere possibile sia localmente (DVR) che da remoto tramite il PC.

L'impianto dovrà essere previsto per funzionamento 24 ore su 24 e strutturato per consentire una agevole esecuzione di modifiche in modo da adattarsi a nuove configurazioni delle aree da sorvegliare.

Le apparecchiature installate devono:

- consentire una facile accessibilità ai loro componenti (schede, alimentatori, etc..) ed una facile sostituzione degli stessi a fronte di un guasto;
- avere dimensioni contenute, soddisfare i più avanzati requisiti ergonomici ed essere ad alta modularità al fine di consentire un'ampia configurabilità hardware ed in modo da consentirne l'espandibilità per eventuali implementazioni di nuove funzioni;
- richiedere una limitata manutenzione preventiva ed una semplice manutenzione correttiva in modo da consentirne l'effettuazione anche da personale non altamente specializzato.

Tutti gli apparati devono operare correttamente ad una temperatura compresa tra 5° e 40°C, con umidità relativa tra 20 e 90% senza condensazione; per tutti gli apparati deve inoltre essere consentita una temperatura di immagazzinamento compresa tra -20 e +50°C.

Le apparecchiature dedicate alla gestione dei telecomandi e dei telecontrolli sicuri devono soddisfare tutti i requisiti citati nella presente relazione in aggiunta a tutti quelli richiesti dalle corrispondenti norme CENELEC.

Gli impianti di videosorveglianza (TVCC) devono svolgere una supervisione diagnostica locale monitorando costantemente le condizioni di funzionamento di tutte le rispettive sezioni, comprendendo anche le unità di ripresa (o gruppi di essi) e trasferendo tutte le necessarie informazioni alle funzioni di diagnostica del sistema per le successive elaborazioni e segnalazioni.

Le immagini saranno archiviate su DVR e trasmesse al Centro di Controllo tramite l'impianto di gestione della tratta.

Le immagini saranno registrate in maniera continuativa oppure su movimento, cioè nell'attimo in cui la scena inquadrata dalla telecamera subisce una variazione significativa. Il livello di sensibilità al movimento è configurabile per ogni telecamera via software.

La registrazione deve contenere tutti i dati relativi alla telecamera registrata ed agli orari di registrazione.

La registrazione delle immagini dovrà essere effettuata in modo continuo, sovrascrivendo di volta in volta le immagini più vecchie.

Deve essere possibile abilitare alla registrazione solo alcune delle telecamere presenti ed anche definire delle fasce orarie di attivazione della registrazione.

Sarà inoltre possibile abilitare o disabilitare completamente la registrazione.

Il sistema TVCC deve essere dotato di un video analisi di tipo avanzato, implementato su server locale dedicato, che consenta di:

- Rilevare gli accessi da parte di persone e/o mezzi estranei (autovetture e altro);
- evitare allarmi indebiti, come quelli causati dal passaggio di animali di taglia medio-piccola;
- discriminare con assoluta certezza mezzi e persone;
- rilevare l'accesso di persone anche in contemporanea al transito di mezzi di qualsiasi dimensione e velocità;
- discriminare direzione e verso del movimento.

Grazie alla funzione di motion detection l'operatore del sistema deve potere:

- selezionare il livello di movimento necessario ad attivare un determinato allarme;
- selezionare i blocchi dell'immagine che il sensore di movimento deve ignorare (riducendo al minimo il numero di falsi allarmi);
- impostare diverse configurazioni di rilevamento del movimento per ogni telecamera (es. zone di motion detection diverse in base all'orario diurno1notturno);
- settare fino a 4 aree di rilevamento per ogni inquadratura.

Il software di analisi deve:

- essere dotato di un sistema che analizza i movimenti del campo di ripresa ed elimina i blocchi caratterizzati da movimenti regolari;
- tener conto dei fenomeni di attenuazione1aumento di illuminazione, ombre e cambiamenti di insolazione;
- avere filtri per evitare falsi allarmi in condizioni di pioggia, neve e nebbia.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) dovrà permettere il telecomando del sistema di videoregistrazione da parte del Centro di Controllo, per consentire il recupero e l'invio in remoto delle immagini memorizzate relative ad una determinata telecamera, con ricerca basata su appuntamenti temporali o su eventi di allarme.

Localmente sarà possibile effettuare la ricerca immagini con gli stessi criteri ed il salvataggio delle stesse dai dispositivi di memoria di massa del DVR su supporto mobile di adeguata capacità.

Su ogni Postazione di gestione saranno richieste le seguenti prestazioni minime:

- visualizzazione contemporanea di almeno 5 immagini live con una velocità di 25 Fps, o di altrettante mappe/cartine planimetriche o schematiche dell'impianto;
- visualizzazione delle immagini e/o mappe in ciclata (a singola o multi immagine);
- possibilità di rivedere un'immagine appena registrata o vista contemporaneamente alla visualizzazione live della stessa sequenza; visualizzazione e gestione delle sequenze video (gruppi di telecamere) durante la visualizzazione live;
- visualizzazione real-time storico lista eventi e allarmi.

Per garantire idonei livelli di flessibilità, configurabilità ed apertura dell'impianto di videosorveglianza (TVCC) si è fatto ricorso ad una unità di controllo basata su tecnologia a microprocessore, da interfacciare con i vari elementi di sistema necessari per la realizzazione delle funzioni previste.

La centrale di controllo (DVR) e tutti gli altri elementi di sistema sono installati in armadio metallico attrezzato e cablato che deve ospitare anche le morsettiere per attestamento, sezionamento e protezione di tutti i cavi di alimentazione, segnali video e segnali dati.

La programmazione locale avviene tramite impiego di terminale di servizio portatile da collegare in sede di configurazione e/o di manutenzione del sistema e da apposita consolle integrata nell'armadio di contenimento degli apparati TVCC.

La centrale è predisposta per gestire i segnali di tutte le telecamere e dell'unità di registrazione, garantendo comunque margini di espandibilità.



Le telecamere sono di tipo a colore in versione da esterno e saranno inserite in opportuna custodia in lamiera di acciaio trattata e verniciata, con elevata resistenza a shock, vibrazioni, campi magnetici, intemperie e agenti atmosferici (grado di protezione minimo IP54).

Tutte le telecamere esterne al fabbricato sono di tipo fisso, montate su staffe orientabili per installazione a parete o a soffitto, dotate di sistema di indirizzamento individuale.

A tutte le telecamere installate è associata una sorgente di illuminazione ad infrarosso, la cui attivazione sarà comandata a seguito di eventuale condizione di allarme o di rilevamento di movimento. La rimozione del filtro IR in fase di ripresa sarà automatica, per garantire una migliore definizione della scena inquadrata nelle condizioni di illuminazione al momento presenti.

Ogni telecamera è provvista di elemento di ripresa allo stato solido (CCD) di alta qualità che garantisce nel tempo assoluta stabilità ed elevato standard di immagine con sensore da 1/3". L'interfaccia di rete Ethernet consente il collegamento di più telecamere ad uno o più switch che provvederanno ad instradare le informazioni sull'anello di rete di fermata, costituito da un cavo a 16 fibre ottiche MM.

Le telecamere sono dotate di ottica asferica, autofocus, apertura diaframma f1.2, autoshutter, autoiris, varifocal.

Gli obiettivi sono di tipo standard, con lenti antiriflesso, fuoco manuale e diaframma automatico per adattarsi alle diverse condizioni di illuminazione diurna e notturna delle aree sorvegliate. La regolazione del fuoco è fatta in sede di installazione dell'impianto. Possono essere fornite ottiche con focale variabile o ottiche con focali differenti per meglio adattarsi alle scene da inquadrare.

Le telecamere devono essere conformi alla normativa CEI 79-2.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) è alimentato a partire da una linea a 230 V c.a. per i dispositivi di centrale.

## **6. SISTEMA DI RIPORTO COMANDI E SEGNALI**

### **6.1. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE ARMADI PLC**

Al router di controllo per distribuzione elettrica e servizi vari dovranno confluire tutti gli impianti.

### **6.2. UNITÀ REMOTE I/O – RIO IN CAMPO**

Le varie unità dovranno essere opportunamente dimensionate per:

- DI/DO (ingressi e Uscite digitali) configurabili - AI/AO (Ingressi e uscite analogiche).

La tipologia generale di tutti i componenti dovrà essere del tipo Modulare. Montaggio su guida DIN e successivo blocco con vite.

Le sollecitazioni meccaniche permesse dovranno essere conformi alle norme IEC-68 per le vibrazioni e alle IEC-62 per lo shock.

### **6.3. FUNZIONI DIAGNOSTICHE PER ANOMALIE DI FUNZIONAMENTO, MANCANZA MODULI.**

L'architettura del sistema di gestione prevede i seguenti livelli:

- Livello di Campo, costituito dalle unità di connessione ai sensori ed agli attuatori presenti nella galleria;
- Livello di cabina elettrica, costituito dai controllori programmabili dotati di software residente, oppure di soli segnali di stato e di allarme connessi al router di cabina;
- Livello di Rete, costituito dalla rete di connessione tra i segnali scambiati tra livello di campo, il livello di cabina PLCs e RIO ed il livello Client;
- Livello Client/Server, costituito da un software installato in una macchina locale (PC di supervisione locale) o remota.

### **6.4. FUNZIONALITÀ DEL SOFTWARE**

Il software successivamente descritto provvede alla gestione degli impianti fissi installati in galleria appartenenti alla tratta in esame.

Il software di gestione di tipo modulare è configurabile sulla base delle caratteristiche delle dotazioni impiantistiche della galleria.

La galleria è gestita e controllata da un sistema automatico di supervisione SCADA che opera sui seguenti impianti :

- Distribuzione elettrica e della fornitura elettrica;
- Servizi del locale tecnologico e della galleria;
- Illuminazione normale, di emergenza e sicurezza delle gallerie;
- Allarmistica in genere

Il software di gestione è suddiviso in:

- software PLCs e RIOs, installato sui PLCs e RIOs;
- software Client:/Server installabile sulla macchina locale e, in futuro su una macchina remota.

Il software PLCs e RIOs ha le seguenti funzioni:

- gestire le connessioni con la strumentazione installata in galleria;
- gestire e controllare tutti gli impianti di galleria e di cabina elettrica.

Il software Client/Server ha le seguenti funzioni:

- garantire l'accesso alle funzionalità del sistema di gestione tramite interfaccia uomo-macchina, sia in locale tramite il PC terminale, sia in remoto tramite interfacciamento (futuro) con la rete WAN;
- permettere la visualizzazione sinottica della galleria con pagine video dinamiche;
- permettere la visualizzazione dei messaggi di diagnostica ed allarme del sistema;
- consentire la gestione e l'analisi dei dati archiviati;
- archiviare i dati di processo in una base dati;
- consentire la configurazione del sistema di gestione sia in fase di avviamento che in caso di modifica e revisione degli impianti e dei sensori.

La scelta dei linguaggi di programmazione e delle tecnologie software impiegate per il sistema di gestione devono essere concordati con la Direzione Lavori e comunque compatibili con gli standard adottati dalla committenza.

Lo sviluppo degli applicativi software, ed eventuale hardware aggiuntivo, necessari a rendere compatibile gli impianti con i sistemi in uso presso la committenza, sono a carico della ditta Appaltatrice.

La presente specifica del software di gestione è basata sulla definizione delle procedure necessarie a garantire l'esercizio della struttura e ad assicurare la risposta degli impianti in condizioni di emergenza al fine di garantire un livello di sicurezza accettabile.

L'analisi del pacchetto software inerente la stesura dei diagrammi di flusso essenziali alla caratterizzazione funzionale del sistema di gestione deve essere effettuata dalla ditta appaltatrice e sottoposta alla Direzione Lavori con tutte indicazioni in chiaro (relazioni sintetiche) prima della implementazione del software stesso.

Per l'interconnessione tra il PLC di gestione e gli impianti in campo sarà previsto, viste le dimensioni ridotte della galleria, un semplice switch/router di interconnessione ai quali dovranno confluire tutti i segnali ed i comandi previsti per gli impianti previsti e che dovranno essere collegati con il PLC per il riporto a distanza al sistema di controllo generale; a tal proposito, viene prevista anche l'installazione di un'antenna bluetooth esterna.

## **6.5. PROCEDURA DI GESTIONE IN ESERCIZIO NORMALE**

Quanto segue deve essere considerato come linee guida per la gestione dei vari sottosistemi. Le procedure dovranno essere definite in dettaglio sulla base di specifici algoritmi

## **6.6. GESTIONE ILLUMINAZIONE**

### **6.6.1. ILLUMINAZIONE IN GALLERIA**

I PLC in cabina, dovranno acquisire i dati provenienti dai controllori a microprocessore dei sistemi di controllo dell'impianto di illuminazione "permanente" e di "rinforzo".

Questi controllori, per i "permanenti" comunicano (in modo autonomo, cioè senza il coinvolgimento del PLC di cabina) con i singoli apparecchi illuminanti a mezzo di sistemi funzionanti in modalità wireless e controllano sia il flusso luminoso che gli stati dei singoli apparecchi.

Per i rinforzi, il controllo del flusso luminoso avviene tramite regolatori di tensione

Entrambi i controllori dovranno essere connessi al PLC di cabina con linea seriale uscita Ethernet (TCP/IP).

I supervisor locali e centrale (futuro) potranno comunicare con i controllori dei due sistemi di illuminazione.

### **6.6.2. GESTIONE ILLUMINAZIONE VIE D'ESODO (PICCHETTI LUMINOSI A LED)**

In condizioni normali gli alimentatori, ubicati negli armadi alimentano i singoli punti luminosi a luce "normale" con funzione di "delineatori".

In caso d'incendio in galleria, o, in genere, bassa visibilità il PLC di cabina trasmette alle RIO degli armadi il comando di accensione a piena tensione.

L'illuminazione di emergenza, prevista per tutti i fornicci e su entrambi i lati è sempre accesa nell'arco delle 24 ore.

In caso di mancanza di tensione su rete pubblica la galleria sarà illuminata per almeno 24 ore.

La mancanza di rete pubblica sarà segnalata al centro di controllo regionale dal sistema di telecontrollo, così come la mancanza di energia da UPS.

### **6.6.3. ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA**

L'illuminazione di sicurezza intesa come illuminazione delle vie di fuga sarà sempre accesa con una autonomia di almeno 24 ore in considerazione della presenza di gruppo elettrogeno. Anomalie di sistema o di alimentazione sono segnalate al centro regionale di controllo.

### **6.7. GUASTO TECNICO AGLI APPARATI**

Un guasto che interviene su un apparato elettrico quale interruttore di linea, gruppo di continuità, ecc., è riportato mediante contatti di stato al PLC di cabina o ai PLC dei RIO; tutte le segnalazioni sono disponibili e trasmissibili al centro di controllo regionale.

### **6.8. CONNESSIONI VIA SERIALE O ETHERNET**

I PLC installati all'interno del locale tecnologico dovranno essere connessi via seriale o tramite uscita Ethernet con le seguenti apparecchiature:

- Analizzatori di rete quadri QE-BT;
- Stato degli interruttori sui singoli quadri elettrici di distribuzione;
- UPS;

### **6.9. STAZIONE DI SUPERVISIONE LOCALE**

Per la visualizzazione degli impianti delle Gallerie dell'intero lotto è previsto un sistema locale di supervisione.

Da questa postazione potranno essere visualizzati gli impianti delle gallerie; sarà cioè possibile il controllo locale della galleria: diagnostica, rilievo dati, allarmi e altri dati utili per la manutenzione ed i set-up.

#### **6.9.1. COMPITO DEL SUPERVISORE LOCALE**

Dalla postazione di supervisione locale sarà possibile visualizzare e controllare:

- Lo stato attuale dell'impianto, in tempo reale, tramite le pagine video;
- Gli allarmi attuali e storici;
- Le misure delle varie grandezze e delle variabili di processo;
- I trend delle variabili di processo;
- Il set-up delle varie funzioni;
- Il comando di start-stop dei singoli ventilatori della galleria;

- La gestione secondo algoritmi dedicati della ventilazione in galleria
- La supervisione della sala pompe e della rete idranti acqua antincendio.

Il sistema di supervisione locale risulta essere composto da N° 1 PC - Stazione operatore di supervisione/controllo generale dell' impianto, N° 1 stampante in B/N per i report e Software SCADA – (Supervisory Control And Data Acquisition) completo di licenze.

Il sistema di supervisione dovrà comunque permettere l'acquisizione di tutti i nuovi componenti che si andranno ad installare nella galleria.

### **6.9.2. SOFTWARE**

Il Software SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sarà installato, su precisa indicazione dei tecnici ANAS, in altra fase direttamente a cura ed onere della Committenza.

Lo Scada, che rappresenta il livello di supervisione e controllo dei processi di automazione industriale, dovrà essere in grado di acquisire, gestire e controllare il complesso di segnali di I/O offrendo un'elevata flessibilità e strutture efficaci di gestione dell'automazione.

Tramite lo SCADA, si dovranno potere visionare e controllare ogni organo in movimento, nonché archiviare eventi, allarmi e grandezze.

Le grandezze significative dovranno potere essere storicizzate e visualizzate in forma grafica localmente e trasferite in futuro insieme agli eventi ed allarmi, alla postazione centralizzata Anas.

Lo SCADA dovrà avere una struttura di tipo CLIENT/SERVER.

Il server dovrà gestire un database globale in real-time, mentre il client dovrà visualizzare le pagine grafiche all'operatore. L'interfacciamento tra lo SCADA e i vari sottosistemi (PLC, RIO, ecc...) dovrà avvenire via rete Ethernet mediante lo standard TCP/IP, inoltre dovrà supportare anche schede proprietarie per collegamento ai vari Fieldbus o reti proprietarie.

Il software dovrà necessariamente essere programmato in funzione della conformazione impiantistica dell'intera struttura controllata.

### **6.9.3. PREROGATIVE SALIENTI DELLO SCADA**

Il sistema dovrà essere di tipo scalabile con possibilità di modificare le proprietà del singolo nodo del sistema in modo completamente trasparente ai vari utenti;

Il sistema di supervisione dovrà:

- gestire le funzionalità di Clustering: possibilità di dialogare con più workstation simultaneamente;
- essere completamente ridondante. La ridondanza dovrà interessare tutti i livelli dell'applicazione: le variabili, gli allarmi, i trend, i report, il codice. Il tutto dovrà essere configurabile e non richiedere nessuna ingegnerizzazione dell'applicazione. Per quanto riguarda la storicizzazione dei trend, i dati sulle due stazioni dovranno sempre essere allineati;
- prevedere la possibilità di essere decentrato tramite differenti configurazione client. Il Cliente web non dovrà richiedere utilizzo di software speciali ma utilizzare Web Server come MS IIS o Apache Tomcat. Inoltre il web cliente dovrà prevedere la possibilità di eseguire codice a livello locale;
- consentire collegamenti ai database relazionali per scambio dati bidirezionale, utilizzando anche tecnologia XML;
- supportare le piattaforme hardware di nuova concezione a multiprocessore, questo per consentire l'instradamento di ogni singolo task su un processore differente al fine di suddividere il carico di lavoro su più CPU;

- integrare uno strumento di analisi dei dati di processo (Process Analyst) che consenta di analizzare e confrontare le variabili di trend e di allarme su un unico layout completamente configurabile in runtime;
- integrare un editor di script multithread e multitasking che supporti funzioni di accesso e controllo a qualsiasi oggetto dell'applicazione. Dovrà inoltre essere disponibile un Kernel che consenta di interagire e di fare diagnostica sul codice sia in fase di sviluppo che durante il runtime dell'applicazione;
- supportare la funzione di Time Stamped (al msec) sia su allarmi digitali che analogici;
- avere connettività con i dispositivi di campo: possibilità di utilizzare più dispositivi contemporaneamente con ottimizzazione integrata delle richieste qualora il numero di dispositivi collegati sia molto elevato;
- avere connettività con programmi di terze parti. Il sistema di supervisione dovrà integrare una shall API che permetta di accedere ai database di allarmi, variabile trend tramite applicazioni esterne scritte con uno di questi linguaggi: C, C++, C#, VBA, VB, Pascal e Fortran;
- Tutti gli allarmi del sistema di supervisione dovranno poter essere suddivisi per categorie (fino ad un max di 1024). Inoltre, per ciascuna categoria dovrà essere possibile definire una modalità di logging (storicizzazione degli allarmi) differente;
- Sicurezza: il sistema di supervisione dovrà supportare combinazione di utenti illimitati con possibilità di attribuire i privilegi ad oggetti o ad aree dell'applicazione, sino ad un max di 255 aeree differenti,
- Memorizzare i valori analogici in maniera continua, come ad esempio:
  - Parametri elettrici UPS;
  - Parametri elettrici Analizzatori di Rete;
  - Parametri elettrici nei quadri di MT, tramite il relè di protezione multifunzione oppure tramite analizzatore di rete e segnali punto a punto;
  - Parametri e stato del Gruppo Elettrogeno (ove presente);
  - Occupazione CPU PLC installati;
  - Stati e allarmi delle pompe acqua antincendio
  - Livello vasca Sala Pompe;

Il compito del software SCADA dovrà essere quello di:

- Fornire un'interfaccia di controllo e comando per tutti i sistemi presenti in galleria e nelle cabine elettriche. L'utente potrà intervenire sul sistema utilizzando il PC installato in Cabina Elettrica;
- Consentire agli utenti di intervenire da remoto sui sistemi comandati mediante web client;
- Registrare gli allarmi che occorrono nel sistema; tutti gli eventi che sono considerati allarme dal sistema vengono registrati e visualizzati in due pagine:
  - la Pagina Allarmi visualizza l'allarme indicando data e ora di inizio; l'allarme rimane in questa pagina fino a quando la condizione di allarme non viene meno e un utente accreditato non ha effettuato l'Acknowledge della allarme. In sostanza, questa pagina contiene gli allarmi attivi e quelli non attivi e non tacitati;
  - il Sommario Allarmi visualizza l'allarme indicando data e ora di inizio e di fine dell'allarme, e l'allarme rimane memorizzato in questa pagina fino al raggiungimento della dimensione massima del Sommario (ovvero 32000 eventi), dopo di che gli eventi di allarme scorrono con una logica di tipo FIFO (First In, First Out), in modo da avere sempre a disposizione gli ultimi 32000 eventi.

I valori analogici dovranno essere campionati ogni secondo, e la durata della memorizzazione è di 12 mesi; anche in questo caso, la memorizzazione dovrà avvenire con logica FIFO, in modo da avere sempre una finestra di 12 mesi.

I valori memorizzati dovranno potere essere esportati in formato testo, csv o dbf utilizzando le funzioni presenti nel sistema;

**NOTE:**

Negli oneri a carico dell'appaltatore sono comprese le attività di sviluppo del Software del sistema di supervisione;

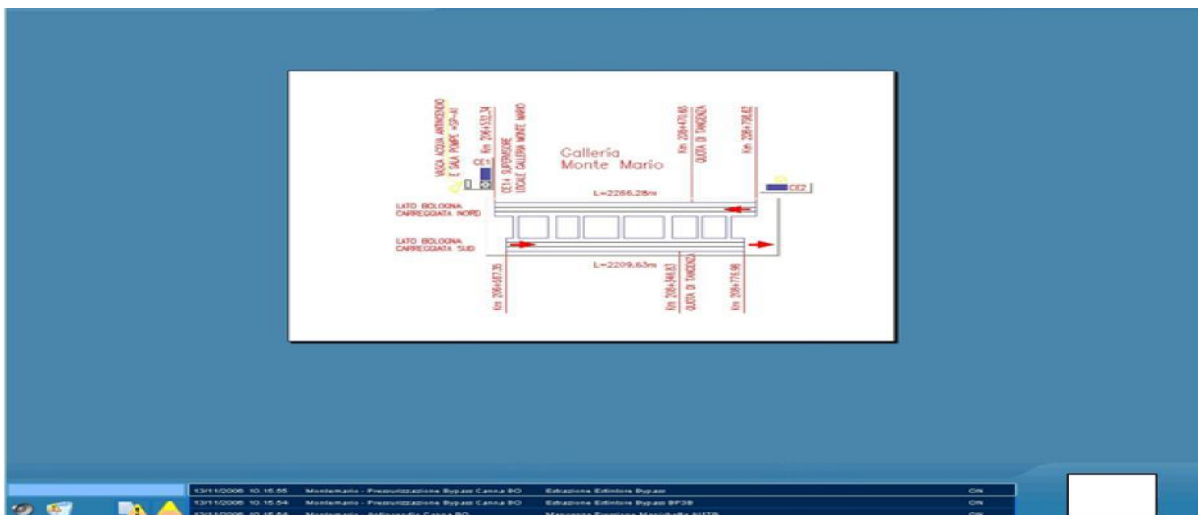
Sono inoltre compresi gli oneri per la messa in servizio di tutti i sistemi fino al collaudo finale di consegna degli impianti;

Gli impianti, oggetto della fornitura dovranno essere completi e funzionanti;

### 6.10. PARTICOLARITÀ DELLE PAGINE VIDEO

In questo paragrafo sono riportati alcuni esempi di pagine video, con allarmi, trend grandezze ecc. usate per una galleria già in servizio e che devono intendersi solo come esemplificative.

Per le gallerie in oggetto, si dovrà seguire questi criteri con le variazioni dovute alla diversità dell'infrastruttura e di alcuni impianti.



**Fig. 1 - In questa pagina viene rappresentata, in forma schematica, la planimetria della/delle gallerie con il posizionamento delle cabine elettriche**

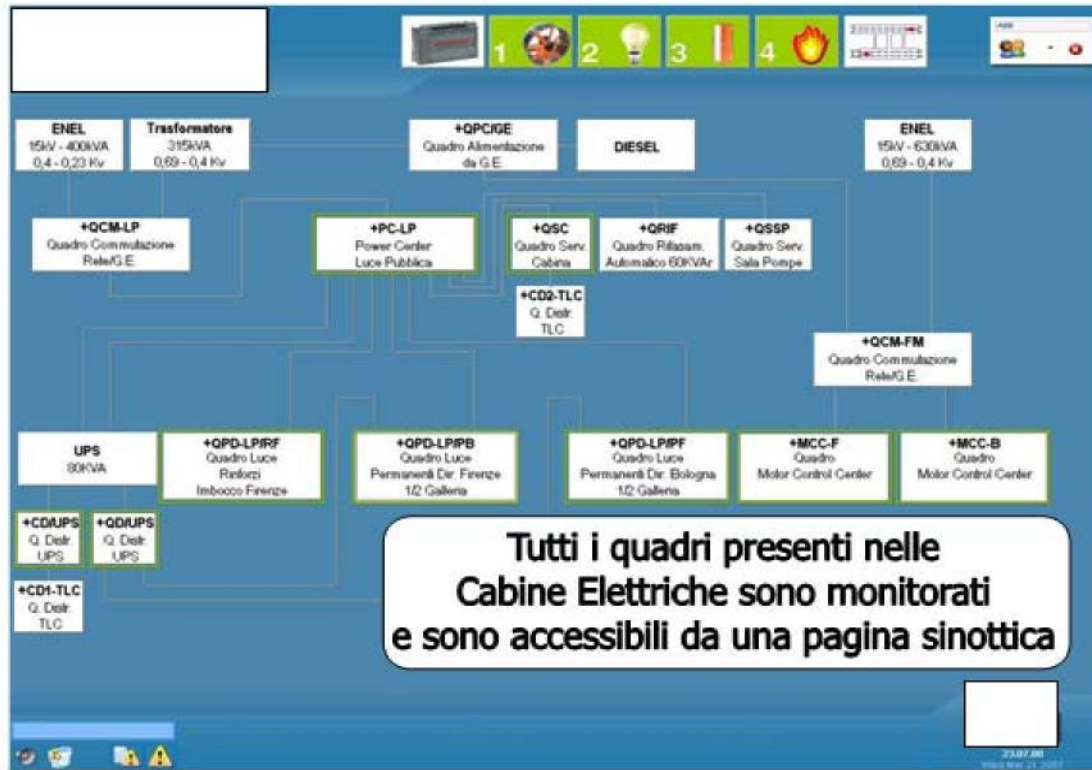
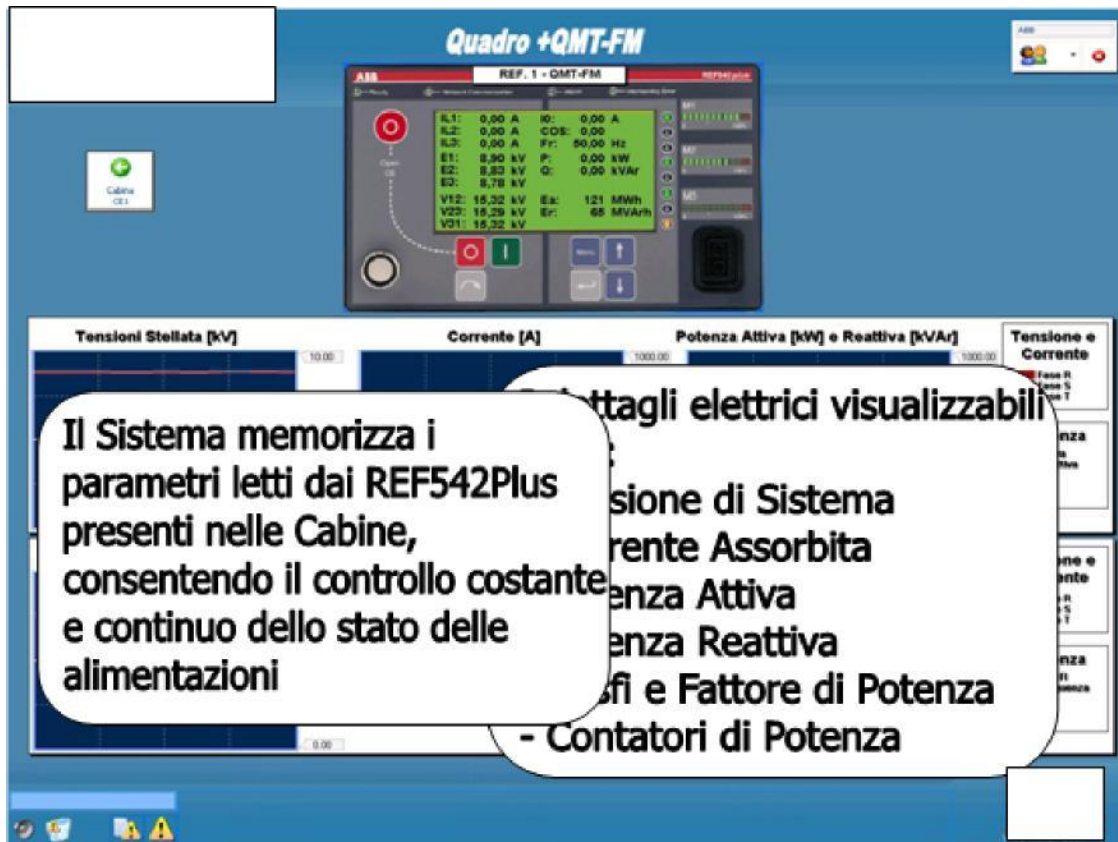


Fig. 2







**Fig. 4 - In questa pagina video vengono riportate tutte le misure elettriche delle alimentazioni di Bassa tensione**



**Fig. 5 - Pagina video relativa al sistema di illuminazione in galleria: Rinforzi e permanenti**

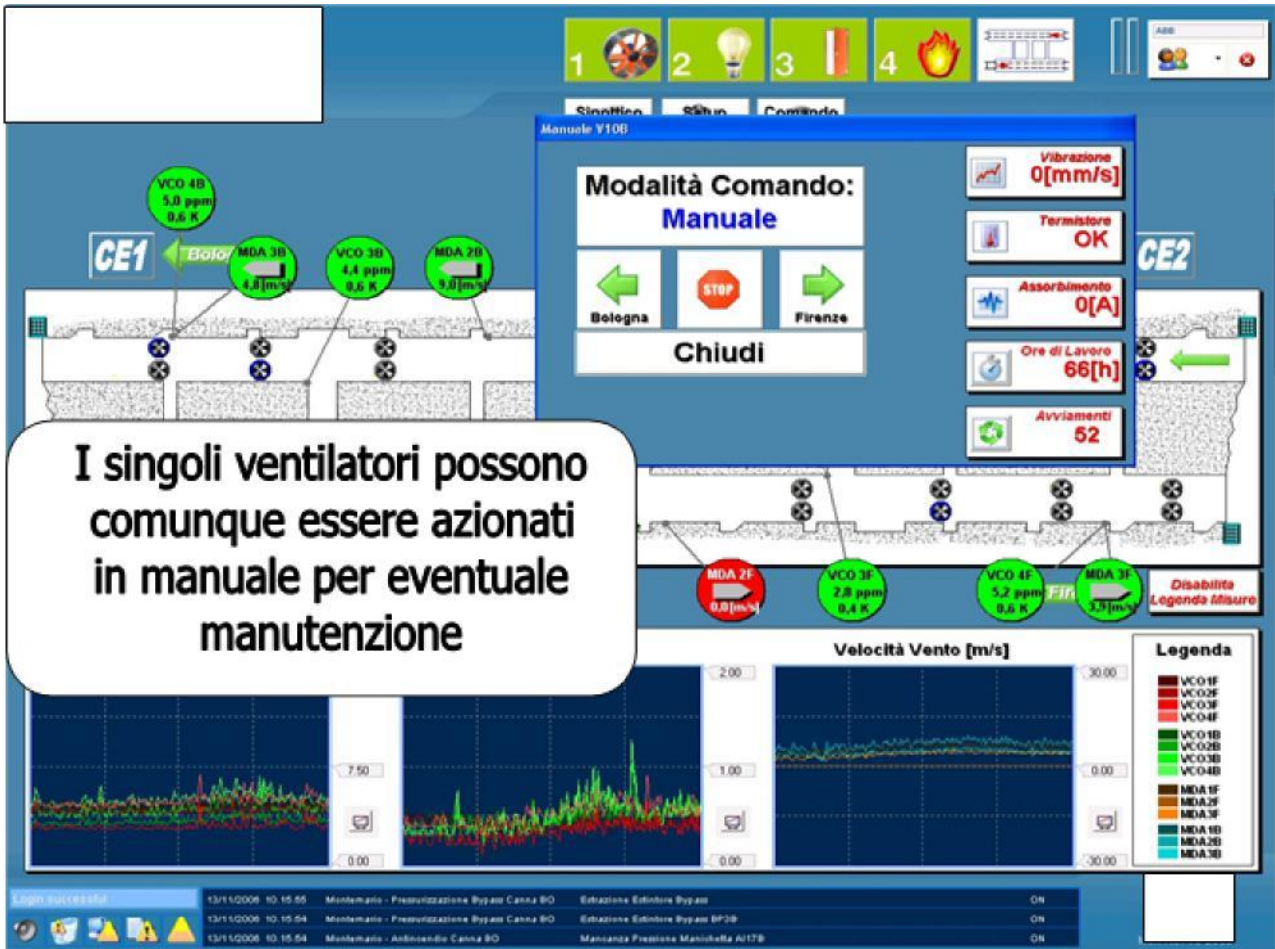


Fig. 6 - Pagina video per il sistema di ventilazione in galleria (ove presente)

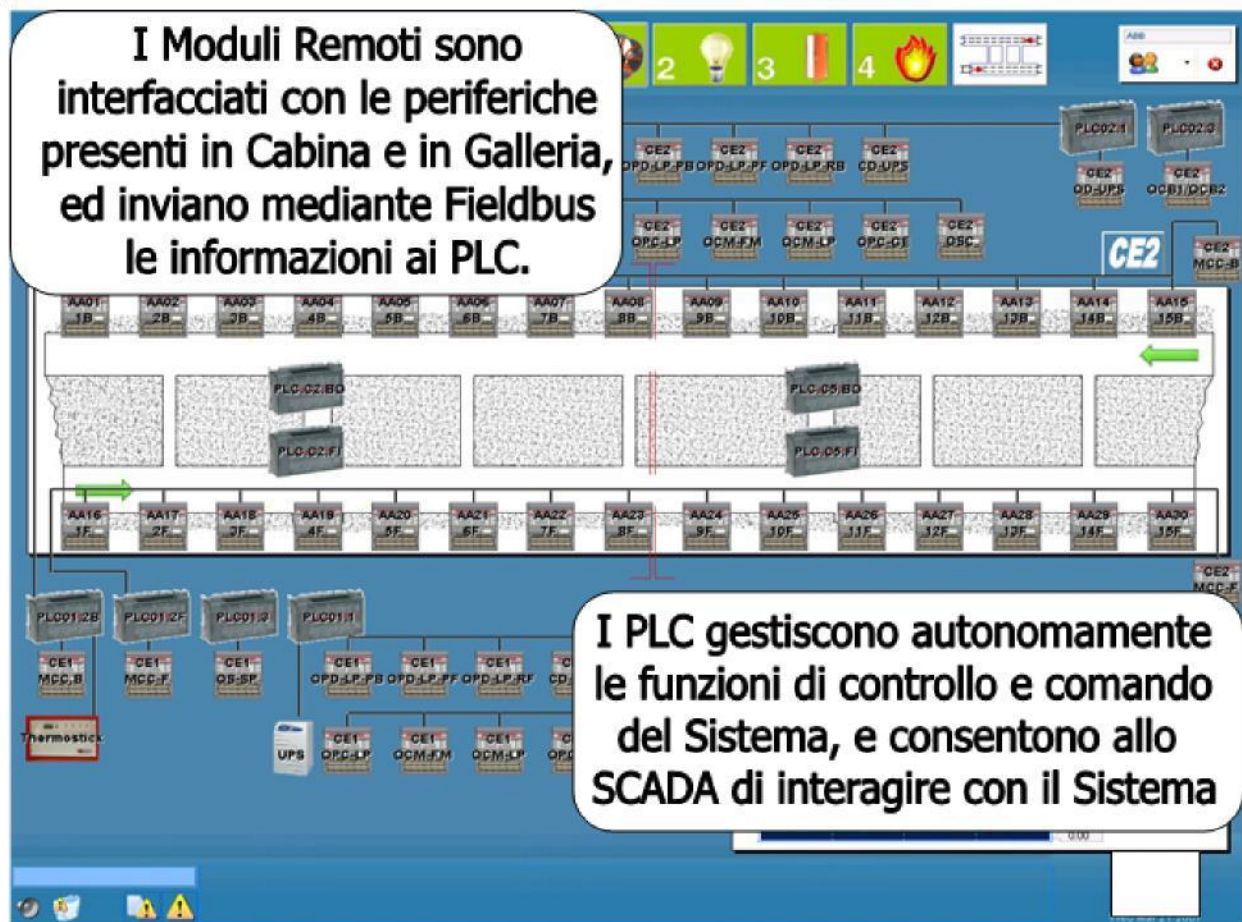


Fig. 7 – Schema dell'architettura del sistema di controllo e supervisione

**Il Sommario Allarme consente di visualizzare tutti gli Allarmi occorsi in un certo periodo di tempo impostabile**

Data/Già Inizio	Data/Già Fine	Zona	Allarme
11/11/2006 11:00:05	11/11/2006 11:10:05	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF67
11/11/2006 10:58:21	11/11/2006 10:58:29	Montemarlo - Controllo Traffico Canna BO	Telecamera TLC 58 - Segnalazione Coda
11/11/2006 10:55:39	11/11/2006 12:09:44	Montemarlo - Controllo Traffico Canna BO	Telecamera TLC 49 - Segnalazione Coda
11/11/2006 10:54:52	11/11/2006 11:08:37	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna BO	Apertura Porta Bypass BF68
11/11/2006 10:54:09	11/11/2006 10:56:55	Montemarlo - Controllo Traffico Canna BO	Telecamera TLC 79 - Segnalazione Coda
11/11/2006 10:49:22	11/11/2006 11:02:40	Montemarlo - Adibondio Canna FI	
11/11/2006 10:48:58	11/11/2006 10:55:57	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF67
11/11/2006 10:42:53	11/11/2006 10:52:55	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 10:40:41	11/11/2006 10:50:41	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 10:39:57	11/11/2006 10:45:14	Montemarlo - Controllo Traffico Canna BO	Telecamera TLC 108 - Segnalazione Coda
11/11/2006 10:29:20	11/11/2006 10:39:21	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 10:27:31	11/11/2006 10:37:31	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 10:19:47	11/11/2006 10:40:14	Montemarlo - Adibondio Canna BO	
11/11/2006 10:16:44	11/11/2006 10:28:44	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 10:15:02	11/11/2006 10:25:02	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 10:00:41	11/11/2006 10:10:41	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 09:58:21	11/11/2006 10:06:21	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 09:48:59	11/11/2006 09:58:59	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 09:39:59	11/11/2006 11:43:14	CE1+QFD-LP-PB	Interruttore QFD - Alimentazione Segnalatore Luminosa Lato S
11/11/2006 09:32:30	11/11/2006 14:46:23	CE2+QFD-LP-PB	Interruttore QFD - Alimentazione Segnalatore Luminosa Lato Sopra
11/11/2006 09:18:19	11/11/2006 09:41:19	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna BO	Apertura Porta Bypass BF7B
11/11/2006 09:12:25	11/11/2006 09:17:52	Montemarlo - Controllo Traffico Canna BO	Telecamera TLC 108 - Segnalazione Coda
11/11/2006 09:10:28	11/11/2006 09:36:14	CE1+QFD-LP-PB	Interruttore QFD - Alimentazione Segnalatore Luminosa Lato Sopra
11/11/2006 09:02:39	11/11/2006 09:13:01	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna BO	Apertura Porta Bypass BF7B
11/11/2006 09:00:48	11/11/2006 09:10:48	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 09:02:32	11/11/2006 09:02:32	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna BO	Apertura Porta Bypass BF7B
11/11/2006 09:00:40	11/11/2006 09:00:40	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna FI	Apertura Porta Bypass BF77
11/11/2006 08:37:45	11/11/2006 08:47:45	Montemarlo - Presuntazione Bypass Canna BO	Apertura Porta Bypass BF7B
11/11/2006 08:00:54	11/11/2006 08:03:35	Montemarlo - Controllo Traffico Canna BO	Telecamera TLC 79 - Segnalazione Coda
11/11/2006 07:59:46	11/11/2006 08:23:38	Montemarlo - Adibondio Canna BO	Telecamera TLC 108 - Segnalazione Coda

**Fig. 8 – Sommario allarmi**

### **6.11. DOCUMENTAZIONE E DATI TECNICI DA FORNIRE**

Costituiscono parte integrante della fornitura i seguenti documenti tecnici riferiti a tutte le parti di fornitura.

Nella stesura dei disegni dovranno essere rispettate le normative oltre naturalmente i segni grafici a Norme CEI

Tutti gli elaborati dovranno essere eseguite in AUTO CAD 2018 o superiore e riportare il cartiglio approvato dalla D.L.

I documenti di base dovranno essere approvati dalla D.L. prima che siano resi esecutivi.

- Hardware
  - Schema a blocchi del sistema con i riferimenti verso lo schema elettrico.
  - Schemi funzionali completi di tutti i quadri.
  - Lista dei materiali.
  - Cross Reference di tutti i componenti.
- Software
  - Lista degli I/O.
  - Copia di backup di ogni programma installato.
- Manualistica
  - Manuali a corredo di tutti gli apparecchi e componenti elettronici dei quadri con le specifiche di funzionamento e le caratteristiche (alimentatore, CPU, I/O, Analog input, Interfacce, ecc.).
  - Manuale di istruzione per tutte le operazioni possibili degli operatori.
- Certificazioni
  - Certificazioni di conformità degli equipaggiamenti principali dei quadri.
- Elenco parti di ricambio:
  - Per la messa in servizio (compresa nella fornitura);
  - Per due anni di esercizio (solo elenco).

### **6.12. CERTIFICAZIONI E COLLAUDI**

- Dichiarazione di conformità;
- Certificazioni di tutti i componenti;
- Prove di accettazione come richiesto dalla normativa in vigore e dagli standard dei vari costruttori.